

# ORIGENES DEL HOMBRE

## El descubrimiento de los metales (I)

17

TIME  
**LIFE**  
folio











EXLIBRIS Scan Digit



The Doctor

<http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/>

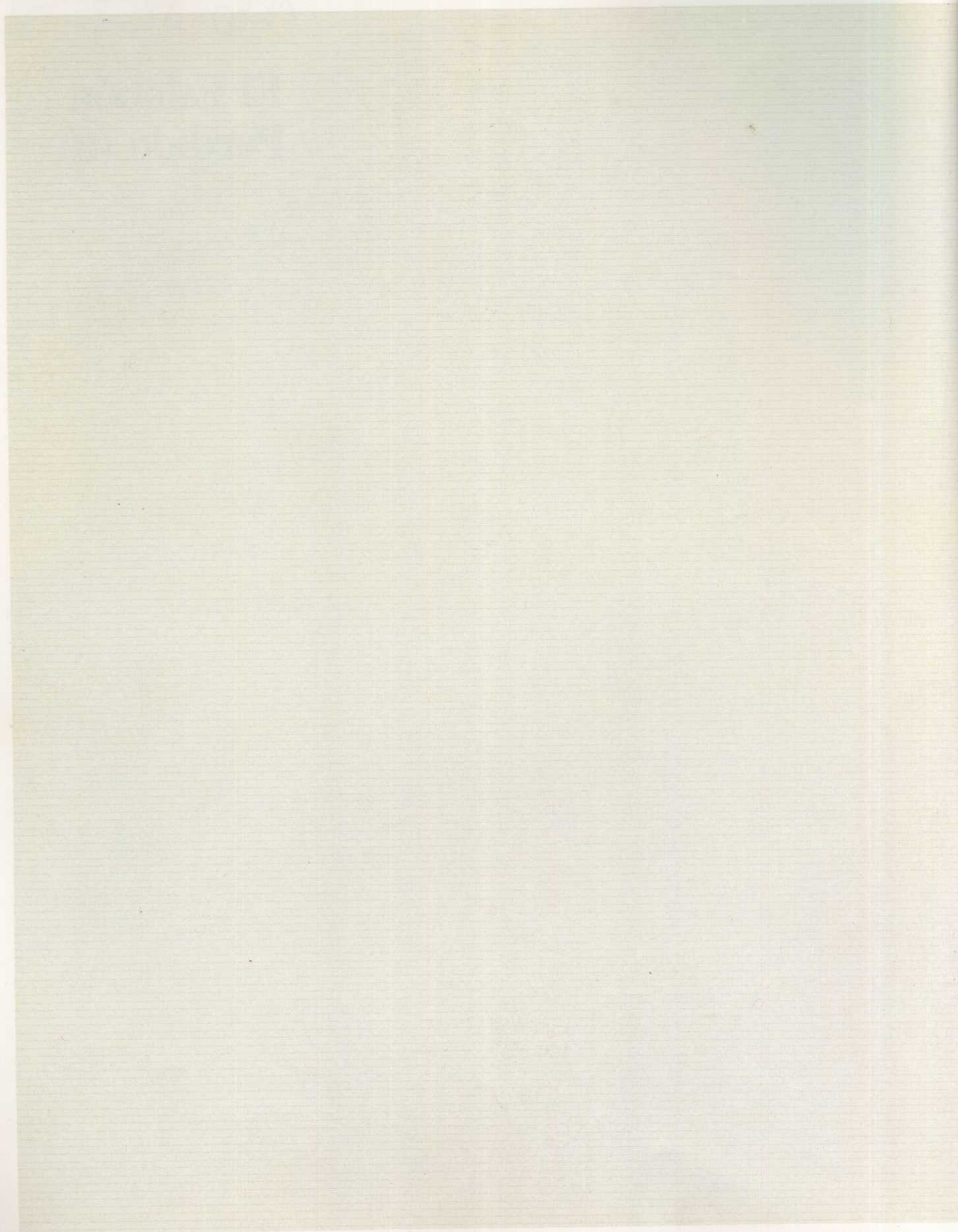
<http://el1900.blogspot.com.ar/>

<http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/>



# **El Descubrimiento de los Metales (I)**







ORIGENES DEL HOMBRE

---

# El Descubrimiento de los Metales (I)

---

TIME  
LIFE

folio

---



**Dirección editorial:** Julián Viñuales Solé

**Autor:** Percy Knauth

**Asesores:** Cyril Stanley Smith y Julián Viñuales

**Coordinador de la colección:** Julián Viñuales Lorenzo  
(Institute of Archaeology. London)

**Coordinación técnica:** Pilar Mora

**Diseño de la cubierta:** STV Disseny

**Publicado por:**

Ediciones Folio, S.A. 15-3-94

Muntaner, 371-373

08021 BARCELONA

© Time-Life Books Inc. All rights reserved

© Ediciones Folio, S.A., 1994

Distribución exclusiva para España y América:  
Editorial Rombo, S.A.

ISBN: 84-7583-427-2 (obra completa)  
84-7583-456-6 (volumen I)

Impresión:

Cayfosa. Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Depósito Legal: B-8486-94

*Printed in Spain*



# Índice de materias

## VOLUMEN I

### Capítulo primero:

La aparición de los metales . . . . . 8

Secuencia gráfica: Supervivencia de una industria milenaria . 23

### Capítulo segundo:

El brillante futuro del cobre . . . . . 30

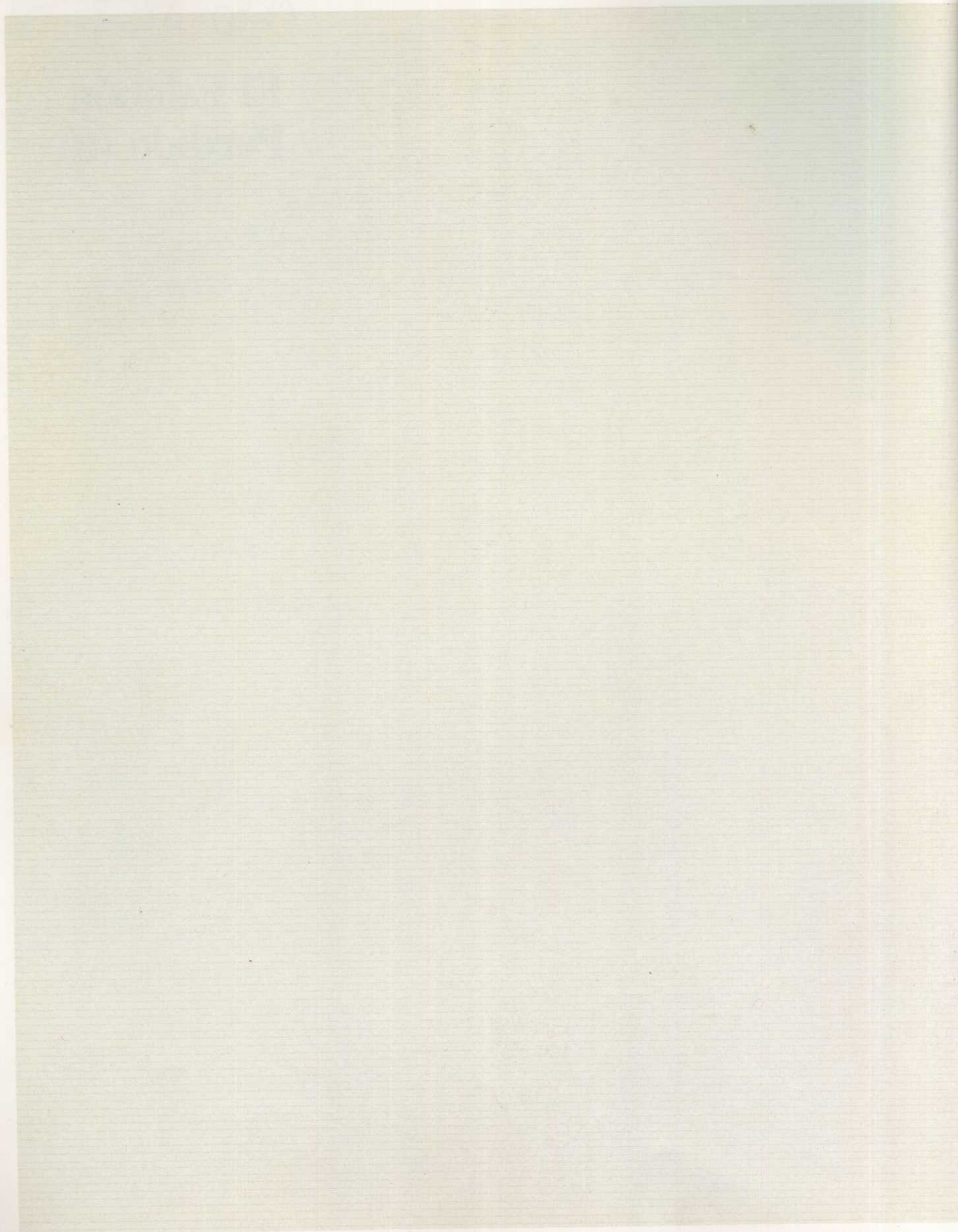
Secuencia gráfica: Extracción y fundición en tiempos  
prehistóricos . . . . . 45

### Capítulo tercero:

El impacto del bronce . . . . . 54

Secuencia gráfica: Técnicas tradicionales para trabajar el metal 73







# Introducción

El metalista fue uno de los primeros especialistas que emergieron de las tinieblas de la prehistoria. Este hombre, ya desde el principio, tuvo un curioso lugar en la escala social. A veces fue tenido en alta estima, pero también fue despreciado en otras ocasiones, y todo ello por razones evidentes. Trabajaba duramente, por lo que presentaba un aspecto deplorable: su cara estaba ennegrecida y sus ropas quemadas por el humo y el calor del fuego. Por otra parte, los objetos que fabricaba eran útiles y bellos. Además, poseía la habilidad aparentemente divina de alterar la naturaleza real de la materia. Podía convertir una roca inerte en un metal brillante y, según su deseo, podía conseguir que el material fuera líquido o sólido, rígido o flexible. Desde épocas muy antiguas, tales cambios eran considerados como expresiones de fuerzas, frecuentemente espirituales, inherentes a la materia misma.

Los metales llegaron a ser algo a la vez fascinante y misterioso. Los filósofos griegos, por ejemplo, al intentar explicar el fenómeno de la aleación de los metales, concibieron sus ideas sobre el atomismo y la estructura elemental de la materia. Otros, menos interesados en filosofía, se contentaron simplemente con admirar y explotar los metales, y, mediante su utilización, acelerar lo que se llama civilización. Al principio modelaron los metales a semejanza de objetos conocidos; después les atribuyeron nuevas funciones, como útiles para el agricultor, cuencos para la cocina, armas para el guerrero o joyas para las mujeres de la corte.

Las consecuencias de estos progresos materiales fueron considerables. Pero con frecuencia se ha olvidado el papel de la tecnología en el cambio de la vida de los seres humanos. La razón es simple: el testimonio de los logros tecnológicos del hombre no está escrito en palabras, sino que permanece oculto

en los objetos y, como el testimonio es difícil de identificar, no siempre ha sido conservado.

La reconstrucción de la historia de la metalurgia se apoya en gran parte en datos de laboratorio relativos a la composición y microestructura de los artefactos. Convenientemente interpretados, estos análisis pueden mostrar a los arqueólogos la composición de un objeto y para qué fue realizado. Pero puesto que la mayor parte de estos estudios se realiza en laboratorios, poca gente conoce este trabajo y menos aún este léxico.

Por mi parte, yo mismo aprendí esta terminología trabajando en la industria metalúrgica cuando, por puro placer, empecé a investigar la historia de mi ocupación profesional. Pronto me di cuenta de que, aunque la historia se extendía a lo largo de muchas centurias, los testimonios más antiguos no se encontraban en libros sino sólo en los museos.

Quizás yo hubiera debido prever este hecho. Para transformar una idea abstracta en un objeto de utilidad social es indispensable una mente ingeniosa y práctica. Pero el descubrimiento de algo nuevo requiere la sensibilidad y la perspicacia de un artista. Por lo tanto, los metales no fueron descubiertos porque alguien de la Edad de Piedra quería obtener un útil mejor; tal paso conducía sólo a mejores piedras o a palos más ingeniosamente modelados. En realidad, los metales hicieron su aparición porque, hace miles de años, un artista se dejó seducir por la belleza y el atractivo de una piedra. Por tanto, aunque a partir de este primer impulso creador se desarrolló posteriormente una gran industria, y aunque los metales transformaron finalmente casi todas las fases de la actividad humana, las sucesivas innovaciones en la técnica de trabajar el metal casi siempre involucraron en un principio a las artes decorativas. Este libro arroja luz sobre aquel fascinante proceso.

**Cyril Stanley Smith**

Instituto de Tecnología de Massachusetts



## Capítulo primero: La aparición de los metales





La historia de los metales en las manos del hombre comporta alegría y dolor, triunfos y frustraciones. Es una historia de hombres extraños y creativos que, a través de miles de años, se enfrentaron duramente con materiales tan misteriosos que su oficio fue observado con un temor supersticioso. Pero al final, al cabo de unos diez milenios, los hombres que fundieron y martillaron sus vidas en un calor sofocante aprendieron a conquistar el metal fundido y, con ello, abrieron el camino del mundo moderno. Actualmente, las estructuras en que vivimos y trabajamos, las máquinas con las que multiplicamos nuestras fuerzas y las herramientas con las que creamos dependen del metal.

Sin embargo, hubo una época —relativamente reciente comparada con la historia humana— en la que el hombre lo ignoraba todo sobre el metal. Había molido algunos minerales coloreados, como la malaquita verde-esmeralda y la hematites amarillenta, utilizados como pigmento para pintar su cara y su cuerpo o para decorar las paredes de las cuevas en que vivía. Actualmente sabemos que el calor intenso transforma la malaquita en cobre y que la hematites es uno de los principales minerales de hierro; pero, durante siglos, el hombre de la Edad de Piedra únicamente explotó estos minerales por motivos decorativos.

No obstante, sin la ayuda de los metales, el hombre había evolucionado ya considerablemente. En el Próximo Oriente, donde nació la metalurgia hace más de 10.000 años, el hombre de la Edad de Piedra estaba

muy próximo a establecer las primeras civilizaciones urbanas. Alrededor del Creciente Fértil, en las colinas del Mediterráneo oriental y del valle de Mesopotamia, había empezado a vivir sedentariamente y a establecer las primeras comunidades agrícolas. Plantaba y cosechaba trigo y cebada y conducía rebaños de ovejas y cabras. Usaba útiles de piedra, de hueso y de madera extremadamente eficaces que servían para lo que estaban hechos. Incluso el cuchillo de acero más finamente afilado, por ejemplo, no es más agudo que un cuchillo de obsidiana, una roca dura de origen volcánico.

En consecuencia, los metales entraron en la vida humana por la puerta de atrás. Sólo después de muchos siglos se hizo patente su utilidad potencial, gracias a un proceso evolutivo análogo al propio desarrollo del hombre.

“Casi todas las propiedades de la materia industrialmente útiles y los sistemas de modelar los materiales tuvieron sus orígenes en las artes decorativas”, escribe el profesor Cyril Stanley Smith, notable historiador de la metalurgia. “La creación de adornos de cobre y hierro precede a su utilización en cuanto a armas, de la misma manera que las figuras de arcilla cocida preceden a los cuencos de uso doméstico... La primera motivación creadora parece ser una experiencia estética.”

Cuando el profesor Smith se introduce en las profundidades del tiempo, en el fondo de cada sociedad tecnológica ve la figura de un hombre a quien sus contemporáneos consideran, en el mejor de los casos, como un miembro extraño. Estimulado por una curiosidad estética, el artesano empieza a utilizar los metales para un fin preciso. El es el precursor de los herreros, de los pudeladores del hierro y de los templadores de acero, tizados, musculosos y marcados por el fuego, que vendrán después.

Nadie sabe con seguridad el lugar en que los primeros metalistas empezaron su actividad. General-

*Esta máscara funeraria de tamaño natural del joven rey egipcio Tutankhamón, con la que fue enterrado en el 1343 antes de nuestra era, es una de las piezas de orfebrería más famosas del mundo. Modelada con oro martillado, los ojos y las cejas están incrustados con lapislázuli. El buitre y la cobra esmaltados que emergen del tocado simbolizan los espíritus protectores del Alto y del Bajo Egipto, respectivamente.*



mente el metal fue, en un principio, trabajado en frío por martillado, con la ayuda de un martillo de piedra sobre un yunque también de piedra, proceso que no dejó ninguna prueba. Pasaron miles de años antes de que el fuego fuera asociado con el reblandecimiento y modelación de los metales. Los arqueólogos no pueden ni siquiera asegurar que los lugares donde se encuentran los artefactos más antiguos coinciden con los de su fabricación.

Los metales pronto llegaron a ser intrigantes y tan valiosos que se convirtieron en artículos de cambio y viajaron ampliamente. Además, algunos de los mejores metalistas de la antigüedad no disponían de mineral en las inmediaciones, por lo que la materia prima tenía que ser importada. Sumer, civilización que floreció entre el 3500 y el 1800 antes de nuestra era en la amplia llanura que separa los ríos Tigris y Eufrates, trajo sus metales de las tierras altas que rodean la llanura: los montes Zagros al este, las montañas del Tauro al norte, quizás incluso desde el macizo de Elburz que bordea las costas meridionales del mar Caspio. Egipto, por su parte, aunque disponía de ricos depósitos de oro, tenía que importar el cobre y la plata. El deseo de metal pudo, de hecho, haber estimulado en los antiguos egipcios el desarrollo del arte de la navegación y convertirse en marineros; su plata pudo venir de Siria, y su cobre vino de la isla de Chipre y de los ricos depósitos de malaquita del desierto de Negev, en Israel (*páginas 45-53*), de donde posiblemente fueron transportados en forma de lingotes a Egipto a través de un puerto situado en el Golfo de Aqaba.

Nadie sabe con certeza en qué región explotó el hombre el metal por primera vez, y nadie conoce tampoco cuál fue aquel metal. Algunos arqueólogos creen que fue el cobre, debido a su abundancia en las regiones cercanas a los enclaves de los más antiguos artífices. Otros suponen que fue el oro, a causa de la

atracción que ejerce. Entonces, como ahora, los hombres habrían visto pepitas de oro resplandeciendo en la arena de los lechos de los torrentes o brillando entre las rocas de las laderas montañosas lavadas por la lluvia. Pero no hay modo de probar esta hipótesis con la sólida evidencia de objetos, en gran parte porque el oro siempre ha sido considerado como algo precioso. Desde muy antiguo los objetos de oro fueron refundidos, bien para fabricar otros nuevos o, muy frecuentemente, para ocultar que aquel objeto de oro había sido robado. Quizás más que ningún otro metal, el oro ha sido refundido una y otra vez a través de los siglos. Virtualmente indestructible, el oro sobrevive a incontables transformaciones; de hecho, no es descabellado imaginar que el oro utilizado en la empastadura de un diente moderno haya formado parte, alguna vez, de una peineta que adornaba el cabello de una princesa egipcia.

Tanto si fue el oro o el cobre el primer metal utilizado por el hombre, no cabe duda de que el eterno brillo del oro lo hizo el más deseable para fines ornamentales. Los egipcios lo valoraron de un modo particular. Lo consideraban como el "cuerpo de los dioses" y no escatimaron esfuerzos para obtenerlo. Una de sus principales fuentes fue Nubia, la "tierra del oro", una región desolada y montañosa, situada al sur del país, que sólo podía ser alcanzada cruzando un desierto extremadamente árido. En esta región, que ha sido llamada la "Siberia de Egipto", criminales y prisioneros trabajaron en más de cien minas. Encadenados unos a otros y siempre bajo la vigilancia de los soldados —sometidos a una terrible esclavitud—, realizaron gran variedad de tareas, entre ellas la extracción y purificación del oro.

El codiciado metal se encuentra en filones de cuarzo. Hay que excavar profundos pozos en las montañas y calentar el cuarzo hasta hacerlo lo suficientemente frágil para extraerlo. Trabajando a la luz de pequeñas lámparas, los hombres rompían la piedra de





## CENTROS DEL TRABAJO DEL METAL EN EL MUNDO ANTIGUO

Este mapa, que se extiende desde los Alpes hasta el Golfo Pérsico, muestra la mayor parte de los lugares y áreas importantes citadas en este libro. La clave (*derecha*) indica el tipo de metal —cobre, bronce o hierro— con que están asociados estos lugares. No todos estaban implicados en la manufactura del metal. Algunos, como la isla de Chipre, rica en cobre, proporcionaban el mineral para la fundición. Otros, como Nahal Mishmar (o Cueva del Tesoro, *páginas 58-59*), en Israel, nos han legado importantes objetos de metal sin pruebas de que fueran fabricados allí. El mapa cubre aproximadamente 9.000 años: empieza con la cueva de Shanidar, en Irak, donde en 1960 se encontró un colgante de cobre ovalado que data del 9500 antes de nuestra era (*página 32*), y termina con Hallstatt, en Europa, un activo centro de extracción de hierro entre el 750 y el 500 antes de nuestra era.

● COBRE  
▲ BRONCE  
■ HIERRO

●▲■	Alaca Hüyük
●	Ali Kosh
■	Bogazköy
●	Çatal Hüyük
●	Çayönü
●	Chipre
▲	Hallstatt
●▲■	Hasanlu
■	Huttenberg
■	Knossos
●	Koszeg
▲	Luristan
●	Mittendorf
▲	Nahal Mishmar
▲■	Ras Shamra
●	Shanidar
▲	Strettweg
●▲	Susa
●	Tal-I-Iblis
●	Tepe Sialk
▲	Thermi
●	Timna
●▲	Troya
▲	Unetice
●▲■	Ur



las paredes de la mina, y los niños transportaban los trozos a los trabajadores del exterior. Una vez reducido, mediante morteros de piedra, a bolitas del tamaño de lentejas, el cuarzo aurífero era pulverizado por mujeres y ancianos con primitivos molinos de piedra, llamados "molinos de mano". El polvo era luego lavado en tablas de madera inclinadas; el agua se llevaba las partículas de cuarzo, dejando tras ella las de oro, más pesadas.

En una segunda etapa de la operación nubia, el oro pulverizado era fundido y purificado calentándolo durante cinco días sucesivos en recipientes de arcilla, junto con otras sustancias necesarias para el proceso. Al final, los vasos eran llenados con oro puro, del cual se había extraído la mayoría de los restos de otros metales, incluida la plata. El oro fundido era luego modelado en aros de unos 12,5 cm de diámetro y transportado a Egipto a lomos de burros, a menudo bajo peligrosas condiciones. Los ladrones, familiarizados con las rutas, robaban las caravanas; se sabe de un cargamento que tuvo que ser escoltado por un pelotón de 400 soldados.

Una vez llegado a Egipto, el oro era solemnemente pesado en los platillos de una balanza reservada únicamente para esta función (el cereal se medía por fanegas, mientras que el cobre era simplemente contado por lingotes). Determinado su valor, el oro era fundido de nuevo y vertido en moldes de diversas medidas. Los bloques endurecidos eran después distribuidos a artesanos, que los transformaban a su gusto. Con un equipo tan simple como un martillo de piedra y un yunque de piedra, martillaban el oro hasta darle gran variedad de formas útiles—incluyendo hilos, láminas y tubos— con las que hacer cadenas, joyas, vasos, copas, platos y una multitud de objetos preciosos para el faraón, los sacerdotes y los ciudadanos ricos del reino. Su habilidad fue tan grande que muchos de sus logros serían difíciles de igualar incluso por los orfebres actuales.

## El lenguaje de la metalurgia

Para comprender mejor el modo de vida de los antiguos trabajadores del metal —los primeros especialistas de la civilización—, los científicos e historiadores han utilizado, a lo largo de los años, un vocabulario específico para definir los materiales, los utensilios y las técnicas. El glosario que aparece a continuación explica brevemente los términos que aparecen a lo largo del texto; todos son descritos más detalladamente en algún otro lugar.

**Aleación.** Combinación de dos o más metales unidos permanentemente por haber sido fundidos juntos; o unión de metales con no metales, como el cobre con el arsénico.

**Carburación.** Conversión del hierro en acero que se produce cuando el hierro calentado absorbe carbono en un fuego de carbón de leña; también se denomina aceración.

**Cerbatana.** Tubo usado para introducir aire en el fuego con el fin de elevar la temperatura de este último.

**Cincelado.** Método para decorar la superficie de un objeto de metal mediante incisiones realizadas con un utensilio agudo.

**Elevación.** Técnica para modelar recipientes con abertura martillando hacia arriba los lados de una hoja plana o de un disco.

**Escoria.** Residuo no metálico producido por la fundición del mineral.

**Fundente.** Sustancia, como el limo o la arena, utilizada en la fundición para separar del metal los componentes no metálicos del mineral. Además, sustancia no metálica que facilita la fundición del metal en la soldadura.



**Fundición por la cera perdida.** Técnica de fundición que utiliza un modelo de cera como matriz para dar forma al molde.

**Granulado.** Decoración de la superficie de un objeto de metal con pequeñas esferas de oro.

**Incrustación.** Técnica para consolidar metales granulados que tienen diferentes puntos de licuado fundiendo sólo uno de ellos.

**Moldeado.** Formación de objetos vertiendo metal fundido en moldes.

**Oxido.** Compuesto químico de oxígeno y otro elemento.

**Reborde.** Borde o labio elevado que refuerza parte de un objeto.

**Reducción.** Extracción del oxígeno de un óxido para obtener metal.

**Repujado.** Decoración de una hoja de metal con un dibujo en relieve.

**Temple.** Reblandecimiento del metal por calentamiento y posterior enfriamiento al agua o al aire.

**Tobera.** Boquilla a prueba de fuego, generalmente de arcilla, utilizada para dirigir una corriente de aire al fuego mediante fuelles.

**Tumbaga.** Aleación de cobre y oro.

En el Mundo Antiguo el oro mantuvo una función puramente decorativa. Por el contrario, el cobre fue aplicado a fines más prácticos. Esta es la razón de que los arqueólogos hayan identificado la primera edad de los metales, que comienza hacia el 6000 antes de nuestra era, como Edad del Cobre. Esta denominación es cómoda de utilizar, pero tiene sus limitaciones, lo mismo que ocurre con los términos de Edad de Piedra, Edad del Bronce, Edad del Hierro. Estas expresiones parecen dividir la historia en períodos cronológicos puros, cada uno identificado por el material predominante utilizado para la fabricación de útiles.

En realidad, los artífices del metal no cambiaron de un material a otro de una manera tan ordenada. En un lugar y en una época determinados la gente podía estar trabajando todavía con útiles de piedra, mientras que, en otro lugar, el material generalizado podía ser el bronce. En algunos lugares los hombres no avanzaron progresivamente a través de cada una de las distintas etapas: China, por ejemplo, nunca tuvo lo que podría ser llamada Edad del Cobre, sino que pasó casi directamente de la piedra al bronce. Lo mismo es válido para Gran Bretaña. En Japón, el bronce y el hierro aparecieron casi simultáneamente, y algunos expertos creen que en aquella región el hierro pudo incluso haber sido anterior al bronce. En el Nuevo Mundo, sin embargo, el material dominante en la fabricación de útiles continuó siendo la piedra hasta la llegada de los españoles en el siglo XVI, aunque los pueblos nativos de México y América Central y Meridional no sólo estaban familiarizados con el metal sino que en realidad eran excelentes orfebres.

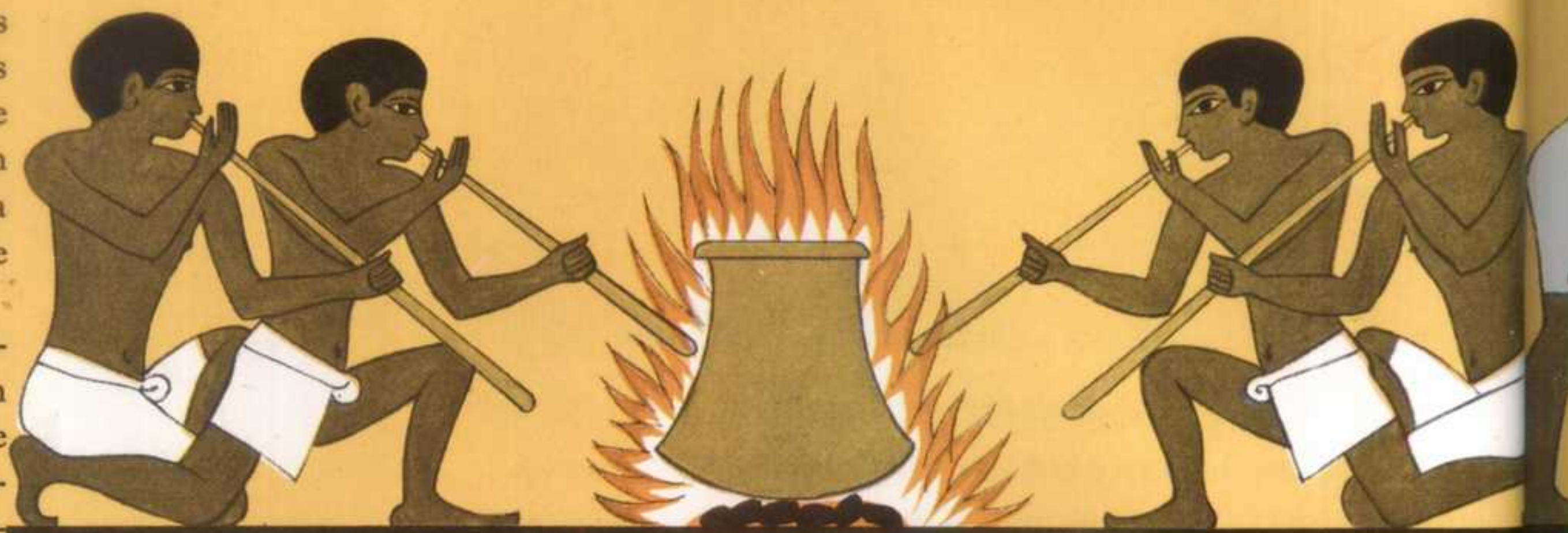
Trazar el proceso real que siguieron los hombres para conocer los metales es tan difícil como identificar cuáles fueron los primeros metales que trabajaron. ¿Fueron los metales descubiertos independientemente en distintas épocas y en distintos lugares o bien su conocimiento se originó en un único lugar y se ex-



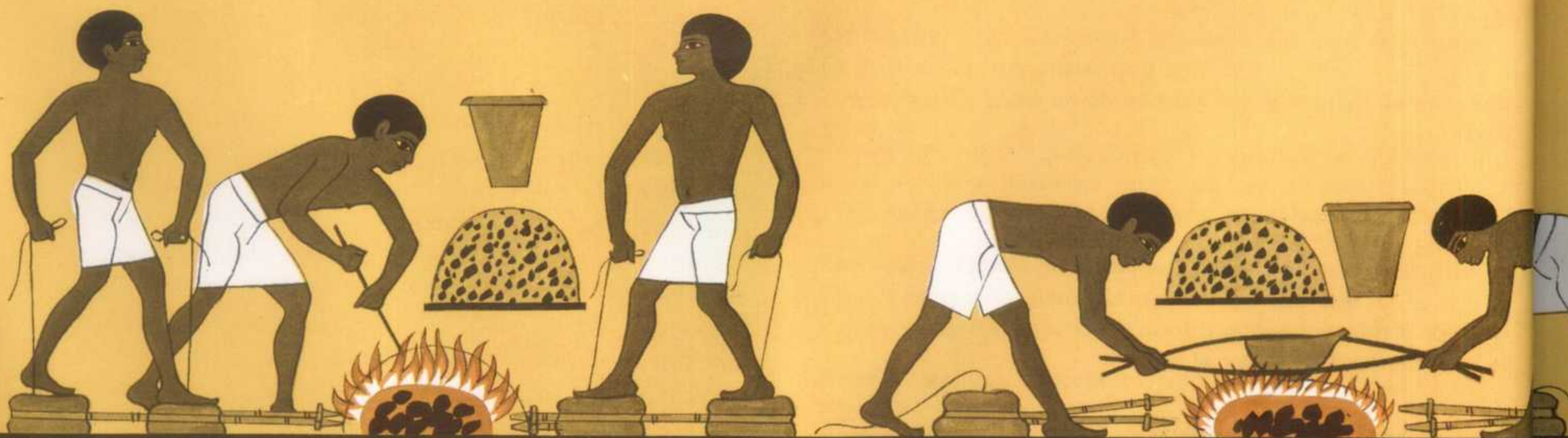
## Galería de técnicas egipcias

Los egipcios se cuentan entre los primeros metalistas más perfeccionados. Estas escenas —inspiradas en relieves y pinturas murales de sus sepulturas— muestran a los artesanos ocupados en gran variedad de tareas especializadas, desde la fabricación de una fina hoja (*extremo derecho*), hasta la fundición de unas puertas de bronce macizo (*secuencia inferior*).

El trabajo era duro. Los hombres sudorosos, según la pintoresca fórmula de un texto egipcio, hedían como “huevas de pescado”, y la dureza de sus manos, costrosas por el calor, recordaba “la piel de cocodrilo”. Sin embargo, parece que estos hombres no se descorazonaban ante las exigencias de su profesión, y sus contemporáneos los honraron por su trabajo. Inevitablemente, los orfebres eran los más estimados. A menudo toda la familia se ocupaba en el trabajo del metal, y los conocimientos eran transmitidos de padres a hijos durante varias generaciones.



*Soplando a través de cerbatanas de caña endurecida con arcilla, cuatro trabajadores arrodillados insuflan aire en un fuego que arde bajo un crisol de arcilla lleno de metal fundido. Debido al fuerte calor y a los esfuerzos requeridos, esta operación era realizada por seis o más hombres que trabajaban en relevos.*



*Este dibujo, extraído de una serie de escenas que representan la fundición de unas puertas de bronce, muestra a un trabajador removiendo las ascuas mientras otros dos avivan las llamas pisando unos fuelles. Las bolsas se llenan de aire al tirar de las cuerdas y se vacían al comprimirlas alternativamente con uno y otro pie.*

*Los hombres retiran del fuego un crisol con bronce fundido con la ayuda de una especie de tenazas construidas con varas de madera verde. Al ser tiernas, las varas de madera no sólo eran más flexibles que la madera seca, sino que la savia las hacía resistentes al fuego. Detrás de los hombres puede verse un montón de carbón de leña.*





He aquí dos etapas del proceso de la fabricación del metal: un hombre, con las manos cubiertas con protecciones de piedra, vierte metal fundido de un crisol a un molde, mientras dos trabajadores empuñan martillos de piedra para aplanar una masa de metal. Para hacer el metal más flexible, lo recalentarán de vez en cuando.

En los dibujos de arriba, dos trabajadores —es evidente que son enanos— doblan un pesado collar de oro para conseguir, parece, que sus dos extremos se encuentren en el broche. En el antiguo Egipto, los enanos eran considerados como diestros especialistas y a menudo eran solicitados para realizar trabajos delicados y complejos.



Llevando su crisol al rojo vivo hasta un gran molde de arcilla donde se fabricará una puerta de bronce, dos trabajadores del metal vierten el bronce fundido en una de las numerosas aberturas en forma de copa. Los gases se escapaban por las otras aberturas cuando cada capa de metal fundido se añadía al espesor de capas ya solidificadas.

Para aprovisionar a los trabajadores de combustible y metales, un hombre llena un saco de carbón de leña mientras otros dos cargan con lingotes de cobre. Otros tres trabajadores, marchando de frente (parte superior izquierda), blanden orgullosos los útiles de su trabajo. A su lado están dibujadas las dos mitades de la puerta de bronce.



tendió por vía oral o por imitación a través de lo que los arqueólogos llaman "difusión"?

Actualmente, muchos arqueólogos se han convenido de que los grandes hitos en el progreso humano —acontecimientos como el cultivo del cereal y el nacimiento de la escritura— tuvieron lugar en diferentes épocas y en lugares muy alejados. Al principio, los expertos creían lo contrario, suponiendo que los descubrimientos que abrieron nuevos horizontes ocurrieron en un lugar determinado y desde allí se extendieron a otras regiones. Los críticos han argumentado que si hubiera sido así, la población de una localidad tendría que ser más avanzada, más innovadora que cualquier otro grupo de su tiempo. Además, los recientes estudios arqueológicos evidencian que la agricultura y la escritura fueron descubiertas independientemente por diferentes grupos de gentes que vivían a miles de kilómetros unos de otros.

Sea como sea, en el caso de la metalurgia parece que, a causa de la compleja tecnología requerida, el desarrollo de este oficio se difundió desde la cuna de la civilización por todo el Mundo Antiguo. El conocimiento de la metalurgia adquirido por los pueblos del Próximo Oriente no sólo se extendió hacia Occidente, al continente europeo y desde allí a las Islas Británicas, como se verá en los capítulos finales de este libro, sino también hacia el este, hasta el subcontinente indio, y, quizás, por alguna ruta desconocida, hacia China y el sudeste de Asia.

Pero sea cual fuere el modo de expansión del metal, su difusión se vio favorecida por el creciente conocimiento del fuego por parte del hombre. Tal como en los primeros siglos descubrió que el fuego calentaba la cueva y cocinaba su comida, después descubrió, probablemente de modo fortuito, que un metal calentado, por ejemplo el cobre, era más fácil de modelar. Este simple proceso metalúrgico, llamado temple, le permitió continuar martillando el cobre más allá del punto en que se endurece y se torna quebradi-

## Metales y minerales que modelaron el mundo

El hombre moderno depende totalmente de los metales, e incluso da casi por supuesta su presencia. Pero para las gentes que vivieron hace 12.000 años, algunos metales en bruto sólo tuvieron una función decorativa. Más tarde, el rudimentario trabajo de piedras brillantes en el Próximo Oriente condujo a la confección de sencillos útiles de metal (*página 32*), lo que permitió el nacimiento de una revolución que cambiaría el curso de la historia.

En esta página y en las siguientes se presentan algunos de los metales y minerales que utilizaron los primeros fundidores. Algunos, como el oro (*inferior derecha*), se encuentran en la naturaleza en estado casi puro; otros requieren un refinado o una aleación para convertirlos en material trabajable. Sin embargo, los minerales portadores de metal no pudieron ser explotados hasta la invención de la fundición, hacia el 4000 antes de nuestra era. Con la fundición se desarrolló una tecnología completamente nueva que condujo a las modernas aplicaciones del metal.

*Desde los inicios de la metalurgia, la maleabilidad y el brillo del oro y de la plata ejercieron una seducción que atrajo a los hombres. Sin embargo, muchos de los antiguos objetos de "oro" parece que estuvieron hechos de electrum (arriba a la derecha), aleación natural de oro y plata. En muchas zonas, la plata, que raramente se encuentra pura como el oro, fue considerada como el metal más precioso.*





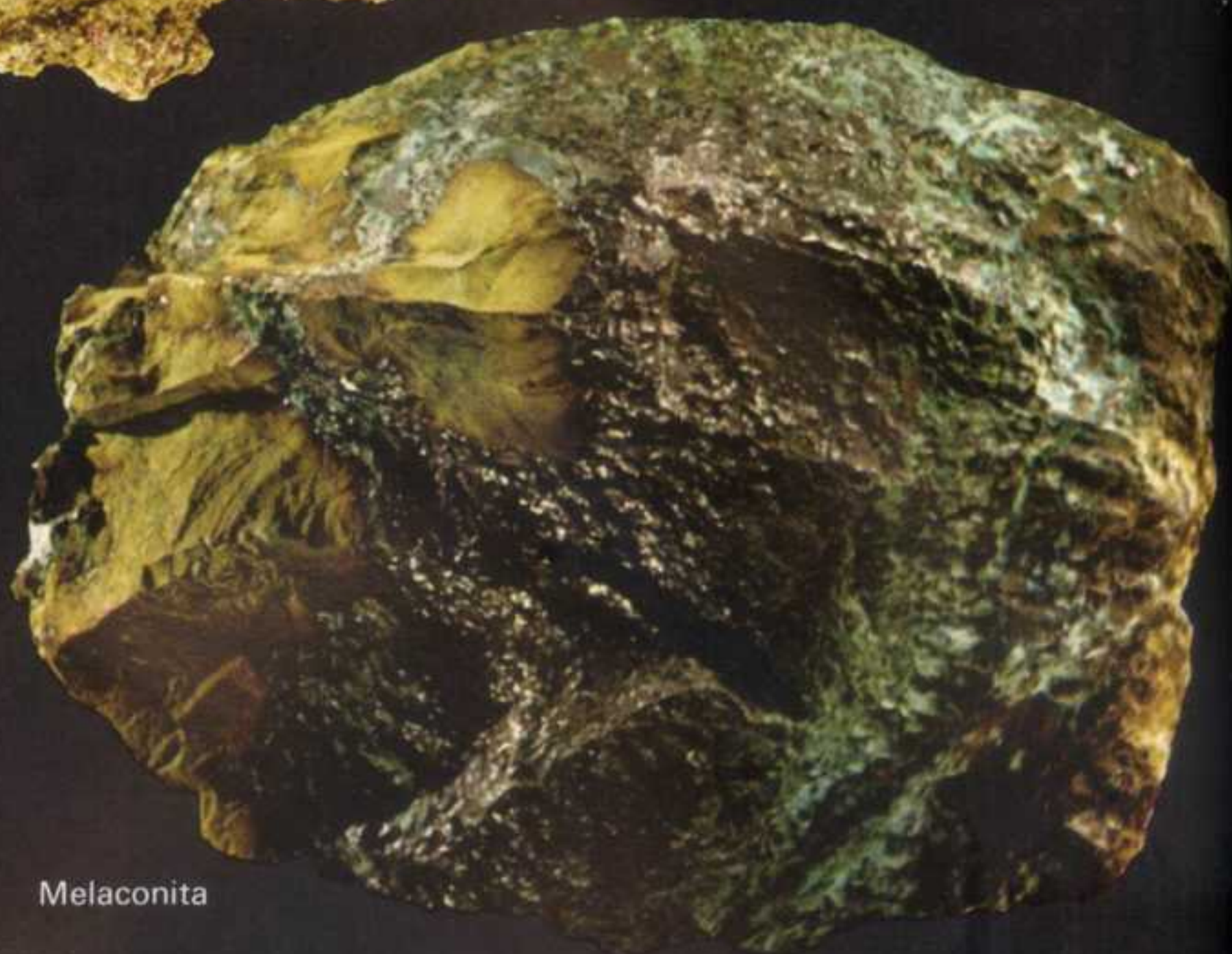




Cobre nativo



Cuprita



Melaconita

### Cobres de varios colores

*En la prehistoria el cobre era relativamente abundante en el Próximo Oriente y los antiguos artífices pronto reconocieron su potencial para útiles y armas, y para objetos decorativos. Al principio sólo explotaron el cobre nativo (arriba); después, con la fundición, también se extrajo el cobre de sus minerales, entre otros la cuprita, la melaconita, la azurita y la malaquita. La calcopirita y la bornita son más comunes, pero se encuentran a mayor profundidad y son difíciles de fundir, lo que impidió su amplia utilización hasta el 2000 antes de nuestra era.*

### Los componentes del bronce

*El bronce fue la primera aleación ampliamente utilizada por el hombre, básicamente en forma de cobre y arsénico. En los comienzos fueron quizás utilizados dos minerales ricos en arsénico, la domeiquita y la algodonita (derecha). Pero cuando se descubrió que un mineral de estaño como la casiterita (derecha), combinado con el cobre, proporcionaba un bronce más resistente y más fácil de fundir, pronto el estaño reemplazó al arsénico. Hacia el 2000 antes de nuestra era, los sumerios habían llegado a tal habilidad en la obtención del bronce que podían controlar la cantidad de estaño precisa para obtener los mejores resultados.*



Casiterita





Azurita



Calcopirita



Malaquita



Bornita

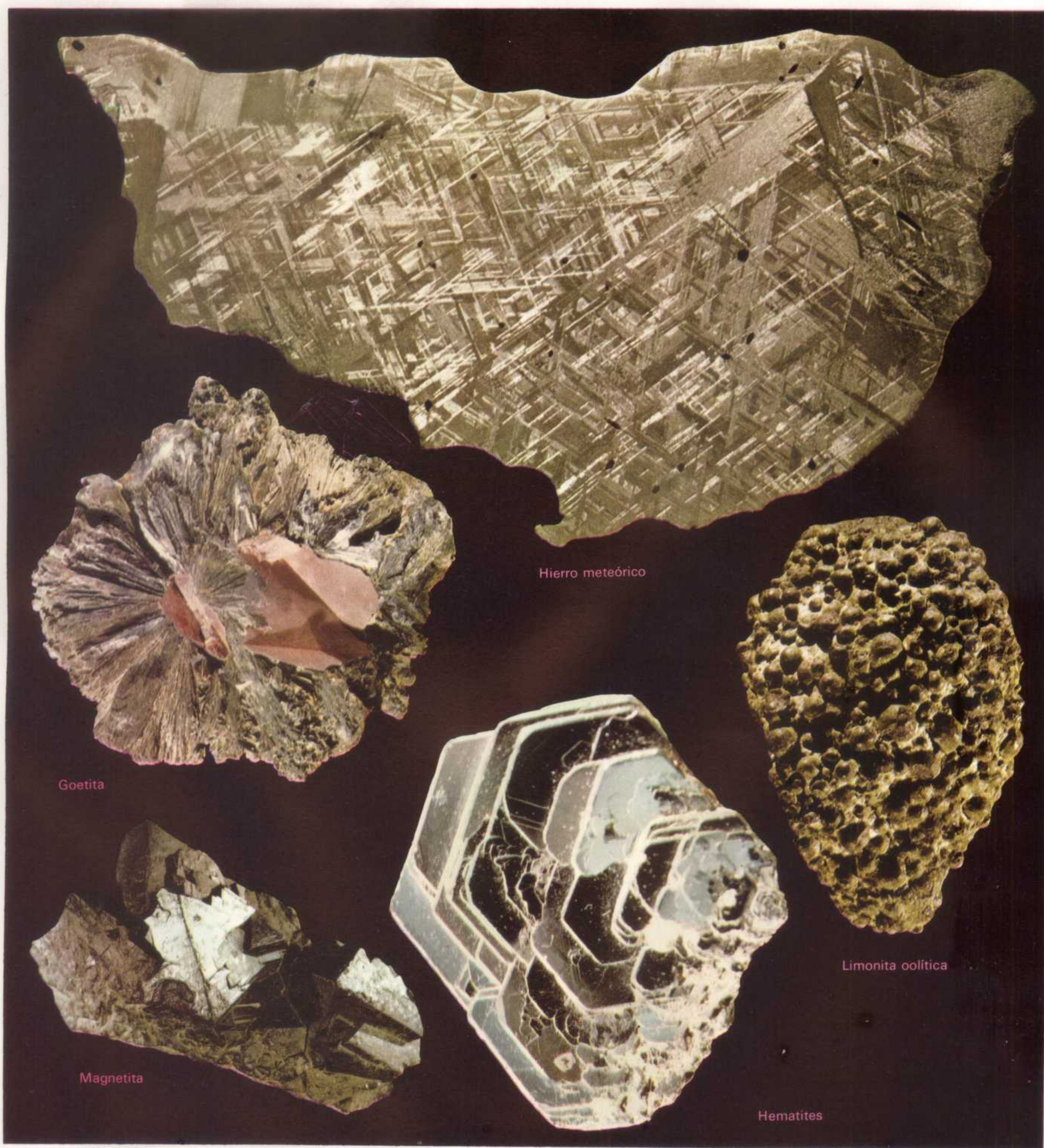


Domeiquita



Algodonita







### El hierro, un metal para las masas

*Entre los metales más comunes de la corteza terrestre, el hierro es el segundo, después del aluminio. Y, sin embargo, al principio sólo estaba disponible en forma meteórica (superior izquierda). Pero hacia el 1200 antes de nuestra era, después de que los metalistas hubieran dominado el arte de fundirlo a partir de sus minerales, cuatro de los cuales se muestran aquí, su abundancia natural lo hizo accesible a todos.*

zo. El calor, especialmente el intenso calor de un fuego de carbón de leña encendido en un lugar cerrado, presagia también la fundición, y, con ello, la extracción de metales a partir de sus gangas. La fundición, a su vez, permitió extraer mayores cantidades de cobre. Hacia el 4000 antes de nuestra era, mediante una tosca forma de fundición, los metalistas extraían plata y plomo de sus minerales; hacia el 3000 antes de nuestra era, los minerales de estaño fueron también fundidos, permitiendo la elaboración de bronce, una aleación —o combinación— de estaño y cobre; y hacia el 2700 antes de nuestra era, los herreros habían logrado temperaturas suficientemente elevadas como para fundir el hierro.

Además de fundir metales a partir de minerales, aprendieron a licuarlos, con lo que fue posible verterlos en moldes. La manufactura de artículos de metal, especialmente útiles, se incrementó rápidamente.

Estas innovaciones acercaron a unos pueblos con otros. La necesidad de metales lanzó al hombre a la búsqueda de sus minerales. Y esta prospección incrementó a su vez el intercambio de mercancías e ideas entre gentes muy alejadas. Un activo comercio de metales —bien en forma de mineral bruto de lingotes toscamente fundidos o de productos acabados— provocó finalmente una elevación general del nivel de vida en el Próximo Oriente, Europa y Asia, especialmente en los poblados situados junto a los yacimientos o a lo largo de las rutas comerciales.

Además, los metales incrementaron los contactos internacionales gracias aún a otro factor: el propio trabajador del metal. Las habilidades requeridas para hacer su trabajo hacían del artífice un especialista, y como especialista no estaba restringido a una sola comunidad. Generación tras generación, durante miles de años, el metalista itinerante desempeñaba su trabajo dondequiera que pudiera sacar provecho; figura independiente e intrigante, difundió su saber junto con sus productos. Su talento le servía de pasaporte:

cuando encontraba los minerales que necesitaba, construía allí un pequeño horno para fundirlos. De esta manera ha dejado rastros a todo lo largo del Antiguo Mundo en forma de montones de escoria y, ocasionalmente, las ruinas de un horno esconden aún masas de metal ennegrecido y esponjoso de una fundición sin éxito. Hoy tenemos todavía su réplica en el chatarrero ambulante que repara botes de cocina en las regiones rurales de Europa y en el herrero vagabundo del Próximo Oriente que levanta su tienda en los polvorientos poblados agrícolas primitivos. Se le puede ver, en cuclillas sobre el suelo, accionando sus fuelles hasta que las brasas prenden en su primitivo horno, fundiendo los mismos tipos de hachas, cuchillos y cinceles que sus antecesores produjeron en ambientes similares y bajo parecidas condiciones durante 4.000 años o más.

Actualmente es casi imposible imaginar el tipo de trabajo de aquellos primeros metalistas errantes. Todos sus primeros descubrimientos surgían de la nada: no disponían de conocimientos previos que les guiaran ni de precedentes en que basarse. Es difícil imaginar este estado de cosas porque nuestra vida es consecuencia de una larga acumulación de conocimientos culturales, experiencias y recuerdos; hemos nacido en un mundo que ya está hecho, mientras que los primeros herreros nacieron en un mundo abierto a toda mente inquisitiva y emprendedora. Tenían que inventar casi todas sus herramientas de trabajo. Bajo tales circunstancias, ¡qué logro conseguir un hacha de cobre fundida en un molde! ¡Qué triunfo idear un dispositivo tan sencillo como un fuelle! ¡Qué maravilla aprender, a base de sucesivos intentos, qué cantidad exacta de estaño hace falta añadir al cobre fundido para producir bronce con el que hacer luego una cortante espada!

En la historia de los orígenes del hombre el artífice del metal es una de las figuras más admirables. Pacientemente, con tenacidad, aprendieron con la prácti-



ca y transmitieron su conocimiento por vía oral hasta que, en la época del Renacimiento, la totalidad de su saber fue suficiente para llenar un libro.

El primer volumen impreso sobre la metalurgia, *Pirotecnia*, fue escrito por un sienés llamado Vannoccio Biringuccio y publicado en 1540. Biringuccio, antiguo obrero en la fundición, llegó a ser arquitecto y senador. En su libro describía todos los minerales y los lugares donde se podían encontrar. Explicó con gran detalle las técnicas de fundición, aleación y moldeado. A pesar de la naturaleza técnica de su tratado, Biringuccio no pudo resistir la tentación de describir emocionadamente la vida de un herrero:

“Debo confesar que es de tal manera que, un hombre de noble nacimiento, aunque poseyera dones o se sintiera inclinado hacia este oficio, no debería practicarlo, y no podría, a no ser que estuviera acostumbrado al esfuerzo físico y a las muchas incomodidades que comporta. Tiene que sufrir los grandes calores naturales del verano así como los excesivos y conti-

nuos calores de los enormes fuegos que utiliza en su arte y, del mismo modo, en invierno, sufre la humedad y el frío del agua.”

Biringuccio continuó en estos términos: “El que desee practicar este arte no debe ser de naturaleza frágil, ya sea por edad o por constitución, sino que debe ser fuerte, joven y vigoroso... Tampoco dudo yo que quienquiera que considere bien este arte acabará por reconocer una falta de aseo en él, puesto que el fundidor se parece a un deshollinador, siempre cubierto de carbón y de hollín... Hay que añadir el hecho de que este trabajo precisa un total derroche de fuerzas, cosa que fatiga y pone muchas veces su vida en peligro. Además este arte mantiene la mente del artífice en suspenso, esperando el resultado de su labor, y su espíritu permanece ansioso... Pero, con todo, es un arte provechoso y en gran parte agradable.”

Probablemente los primeros hombres que trabajaron los metales sintieron la misma impresión que nos refiere Biringuccio.



## Supervivencia de una industria milenaria

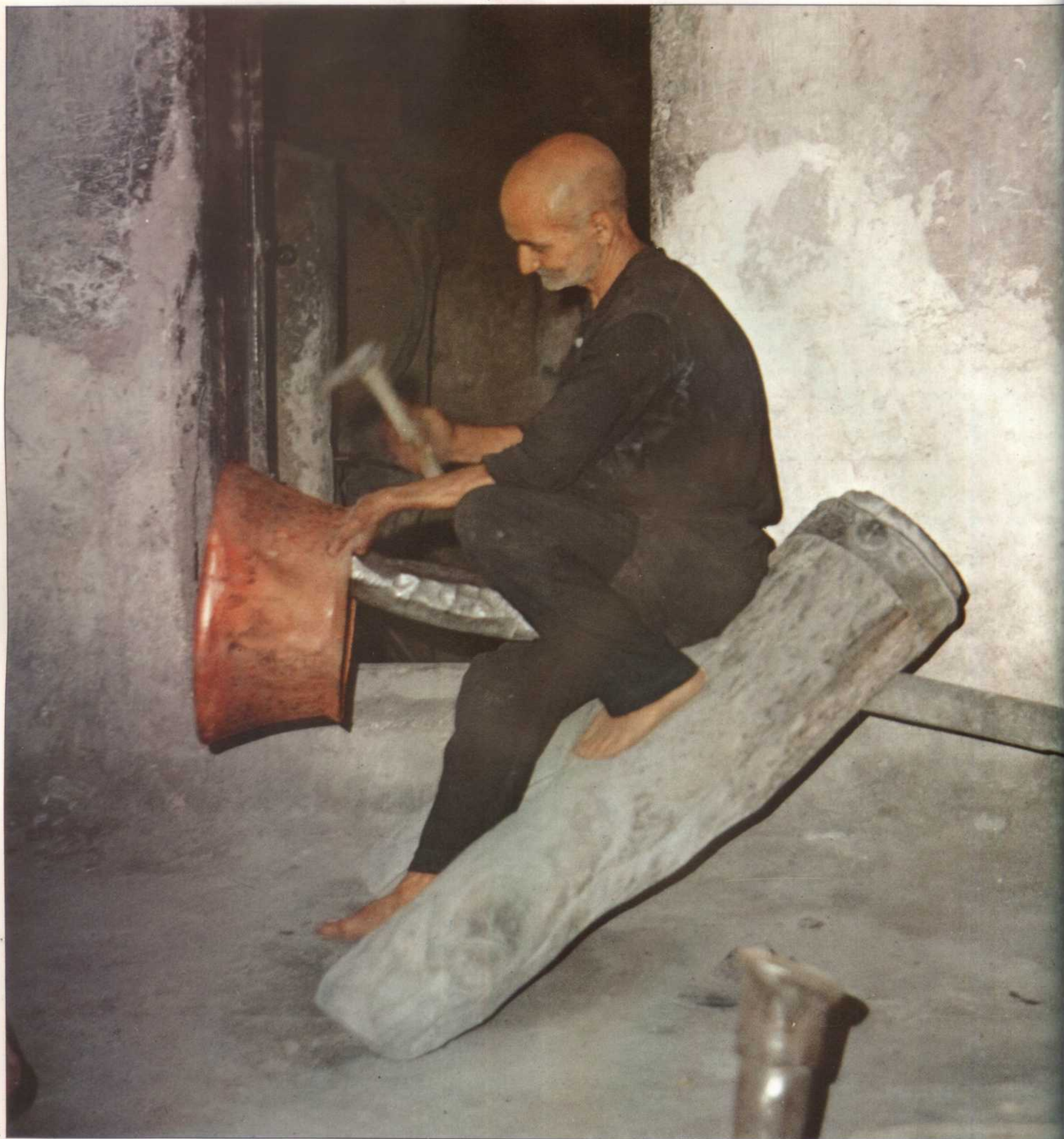
Como el herrero del poblado de Longfellow, con sus "manos largas y nervudas", los trabajadores del metal del mundo entero formaron durante mucho tiempo una casta aparte en sus varias jerarquías sociales: algunos venerados por sus habilidades, otros despreciados porque "ganaban el pan con el sudor de su trabajo". No obstante, se les consideró como detentores de misteriosos conocimientos que a veces les hacían parecer magos. Sus técnicas de fundir el mineral y licuar el metal se han mantenido intactas a través de los tiempos, junto con otras varias habilidades.

Actualmente, en algunos países del Próximo Oriente y de Asia, donde la fabricación en serie no es aún un hecho, los hombres siguen todavía con las antiguas tradiciones de trabajar el metal. El platero de venerable barba (*derecha*), que vive en un remoto poblado en la frontera ruso-afgana, por ejemplo, y los demás trabajadores del metal que aparecen en las páginas siguientes, emplean técnicas idénticas a las de hace miles de años.

*Soplando por una cerbatana, este platero afgano con turbante aviva las brasas de su fuego. Al mismo tiempo, utiliza unas pinzas para mantener pepitas de plata en las ascuas encendidas para ablandar y fundir el metal. Su trabajo y sus útiles no difieren mucho de los utilizados por los plateros de hace cerca de 5.000 años.*









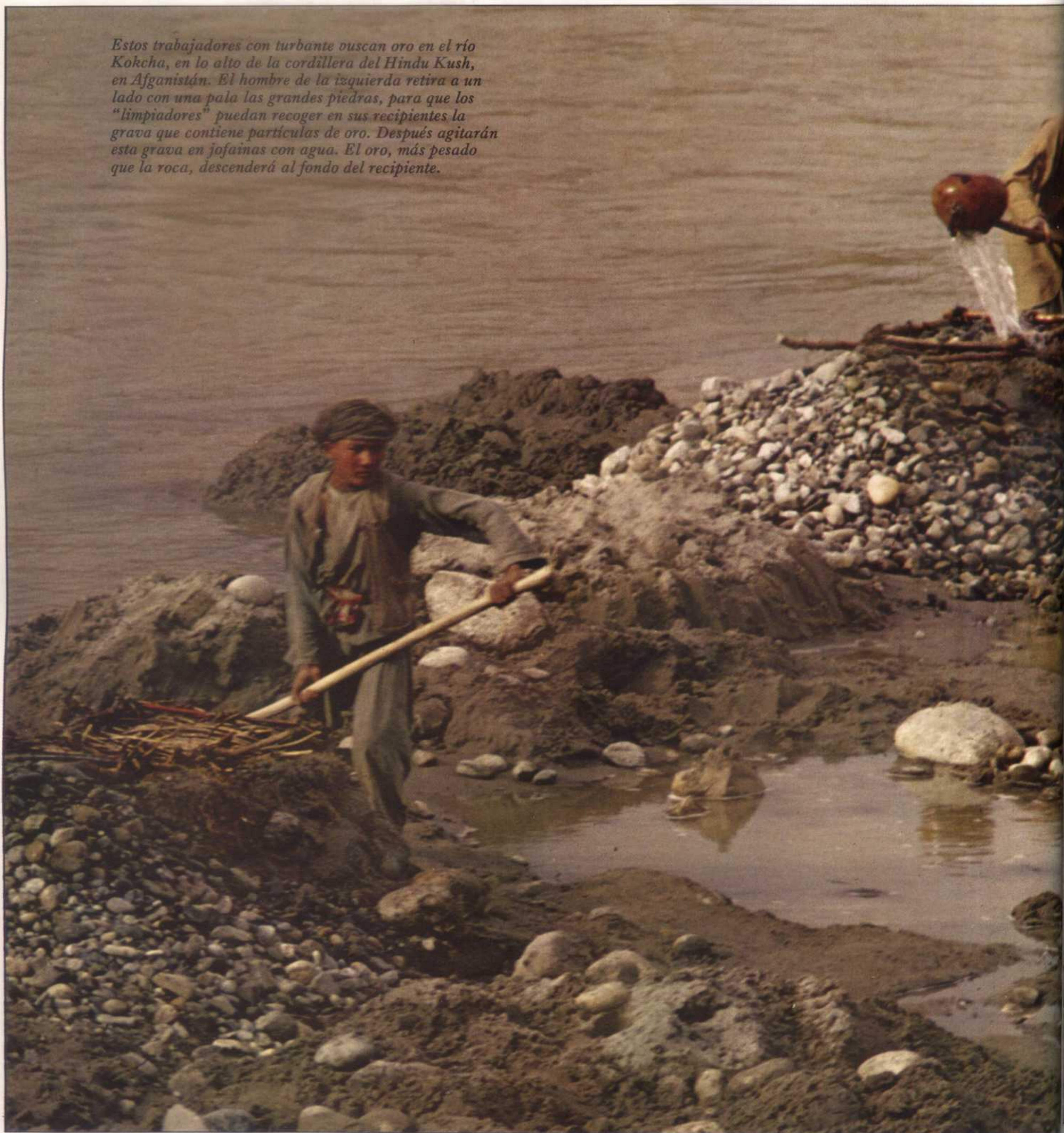
*Este artífice del cobre iraní (izquierda),  
sentado a horcajadas sobre un robusto  
caballete que le sirve al mismo tiempo  
como banco de trabajo y como yunque,  
da los últimos toques a una jofaina.  
Trabaja en Kashan, pueblo situado  
entre Teherán e Isfahan, un antiguo  
centro en el trabajo del metal desde  
hace miles de años.*

*Un grupo de artesanos hindúes (abajo)  
dibujan motivos con martillos y punzones  
sobre recipientes y platos de latón. Este  
antiguo proceso decorativo, llamado  
cincelado, es aún extensamente practicado  
en todo el Próximo Oriente y en la India.*





*Estos trabajadores con turbante buscan oro en el río Kokcha, en lo alto de la cordillera del Hindu Kush, en Afganistán. El hombre de la izquierda retira a un lado con una pala las grandes piedras, para que los "limpiadores" puedan recoger en sus recipientes la grava que contiene partículas de oro. Después agitarán esta grava en jofainas con agua. El oro, más pesado que la roca, descenderá al fondo del recipiente.*









*Manipulando hierro derretido, dos afganos (abajo) trabajan rápidamente fundiendo rejas de arado basándose en una técnica de por lo menos 25 siglos de antigüedad. Mientras un herrero aguanta el metal líquido, su compañero lo limpia de la escoria que ha subido a la superficie. Después verterán el hierro en moldes (primer plano) enterrados en arena húmeda.*

*En un poblado del nordeste de la India, donde un gran número de habitantes ejercen el oficio de herrero, dos hombres (derecha) forjan de otra manera una reja de arado. El herrero de la izquierda está a punto de cortar una hoja de hierro aún caliente con un "escoplo", mientras que el de la derecha, provisto de un martillo, se prepara para trabajar el hierro en el yunque.*

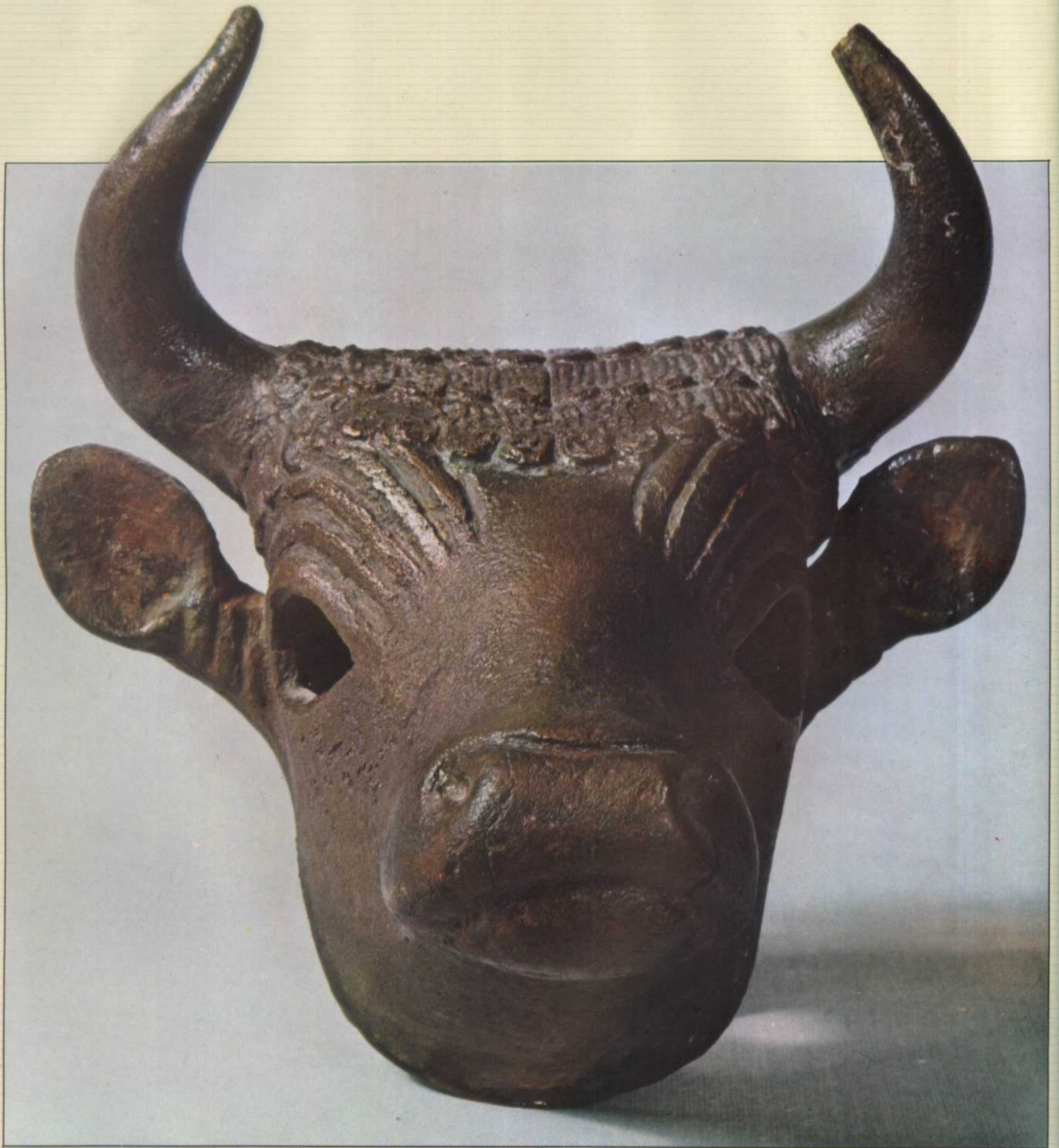








## Capítulo segundo: El brillante futuro del cobre





Imaginemos unos binoculares equipados con objetivos capaces de penetrar el tiempo y el espacio en que vivió el hombre que descubrió el cobre. Estos objetivos tienen que ser poderosos, puesto que sabemos que el punto de enfoque es un lugar remoto en la historia y en la geografía: las altas tierras del Kurdistán, al norte del Irak, hace unos 12.000 años. Al atardecer, el hombre, un tallador de piedras, camina lentamente con los ojos bajos, a lo largo del cauce seco de un río. Vestido con pieles de animales y calzando toscas sandalias de piel, busca algo. De su cintura cuelga una bolsa de piel llena de piedras de todos los tamaños, entre otras sílex gris y calcedonia, de las que confeccionará cuchillos, raspadores y punzones.

Pero si su búsqueda ha sido fructífera, ¿por qué continúa dirigiendo la vista al suelo? Porque las piedras nunca le dejan indiferente, porque su curiosidad hacia ellas nunca se agota. ¿Quién sabe cuántas riquezas puede contener el lecho de este río por el que tantas veces ha caminado antes?

Las piedras merecen la atención que el hombre les presta. Depositadas por el torrente que una vez corrió por aquí, aparecen en todos los tamaños y formas. Bordeando las orillas hay afloramientos rocosos, algunos coloreados de un rojo naranja, otros moteados con brillantes manchas de azul y verde metálico, otros incluso veteados con diminutos y brillantes gránulos. Actualmente tales afloramientos serían reconocidos como rocas portadoras de minerales —hierro, cobre, cinc, oro—, pero para nuestro hipotético tallador de útiles de la Edad de Piedra no tenían

ningún significado especial para su trabajo; por ello no les prestaba mucha atención.

Pero, bruscamente, sus ojos tropiezan en un tipo distinto de piedra, una que no había visto antes. Su color es raro —un verde pálido con manchas de marrón suave— y su superficie está erizada de asperezas. Se inclina, la recoge y la sopesa en su mano. Le da vueltas sin parar, estudiando su extraña configuración, raspándola con la uña fuertemente. Sorprendido por su hallazgo, incluso intrigado, introduce el curioso objeto en su cargada bolsa de piel y, lleno de una feliz ilusión por trabajar con ella más tarde, vuelve hacia su hogar.

Aunque no lo sabe, el tallador de piedras acaba de dar el primer paso hacia un mundo mecanizado constituido por ciudades inmensas, rutilantes trenes que cruzan continentes sobre destellantes raíles, barcos que surcan confiadamente las profundas aguas, aviones que trazan brillantes líneas blancas a través de los cielos. Porque lo que este hombre ha recogido no es una piedra, sino un trozo de metal: cobre en estado puro, o nativo. Y él encabezará la lista de todos los hombres que trabajarán con metal a lo largo de los años, estudiándolo o modelándolo según sus necesidades y deseos.

Esta escena imaginaria, por supuesto, pretende evocar lo que pudo haber sucedido. La historia no ha recogido ningún dato de cómo ocurrió realmente; en este atardecer imaginario faltan todavía unos 6.000 años para la invención de la escritura. ¿Utilizó ya nuestro tallador de piedras el oro para crear brillantes chucherías? Quizás. Algunos arqueólogos lo creen así. En cualquier caso, el cobre sería aún el primer metal que el hombre explotó para fines utilitarios, convirtiéndolo en útiles y armas que cambiaron su modo de vida. Y difícilmente puede ser fortuito que el cobre apareciera en abundancia en las regiones donde pronto iban a nacer las grandes civilizaciones.

*Con una pátina azul-verde de hace cuatro mil años, esta cabeza de toro de cobre sumeria —símbolo de fuerza y de fertilidad— formaba parte de un arpa encontrada en el Cementerio Real de Ur. Obligados a importar cobre del Irán y de Anatolia, a causa de la ausencia del metal en su propio territorio, los sumerios fueron unos de los primeros metalistas que reconocieron las propiedades utilitarias y estéticas del metal.*



En el Próximo Oriente —en Irak, Irán, parte de Siria, el desierto del Sinaí, las llanuras y faldas montañosas de Anatolia— la roca base contiene vetas de cobre puro y minerales cupríferos. A lo largo de las eras geológicas, las vetas que se encontraban cerca de la superficie quedaron gradualmente expuestas a la acción de los elementos y, al producirse la erosión de la tierra y las piedras de su alrededor, los fragmentos de mineral de cobre se rompieron y cayeron al suelo.

Como el trozo de cobre recogido por el tallador de piedras, el metal era a veces descubierto en formas peculiarmente ramificadas, llamadas cobre arborescente. Pero también se encontraba en delgadas hojas laminadas, resquebrajadas y desgastadas en sus bordes, y en macizos y sólidos bloques de un negro purpúreo, cubiertos de redondeadas protuberancias.

Durante miles de años, estos bloques, hojas y arborizaciones de metal fueron las únicas formas de cobre que el hombre conoció. Entre ellas, sin embargo, había rocas portadoras de mineral de color que contenían óxidos y carbonatos de cobre: cuprita marrón rojiza, melaconita negro oscura, malaquita verde brillante, azurita azul celeste. Y en lo profundo de la tierra, bajo estos estratos oxidados, yacían las reservas de cobre más importantes, en forma de metales sulfurados: pirita de cobre de color de bronce a menudo denominada "oro de loco"; calcolita o cobre sulfurado vidrioso; bornita, llamada también mineral de pavo real debido a que su color natural marrón rojizo se convierte en azul oscuro y púrpura al exponerlo al aire; y tetraedrita o color gris.

Pero el tallador de piedras que lleva el pedazo de cobre arborescente ignora todo esto. Por la noche, sentado junto al fuego en su choza, sujeta el trozo de cobre sobre su rodilla y lo golpea fuertemente con un martillo de piedra. Pero no se desprende ninguna lasca. En vez de ello, el martillo produce un profundo arañazo sobre el cobre, poniendo al descubierto el brillante reflejo de una sustancia reluciente bajo la

*Clavo procedente de Tal-I-Iblis, Irán; hacia el 4100 antes de nuestra era.*



*Colgante procedente de Shanidar, Irak; hacia el 9500 antes de nuestra era.*



*Alfiler curvado procedente de Tal-I-Iblis, Irán; hacia el 4100 antes de nuestra era.*

*Estos tres artefactos de cobre —que aquí se muestran ampliados— representan algunas de las primeras tentativas de trabajo del metal por el hombre. El colgante oval descubierto en Irak es el más antiguo objeto de metal hecho por el hombre que se conoce. Los dos alfileres proceden del Irán y son los más antiguos objetos utilitarios que han sobrevivido.*



superficie oscura. Intrigado, el hombre golpea una y otra vez, sacando a la luz más y más materia brillante. Después, siguiendo su trabajo, se da cuenta de que el cobre se ablanda más fácilmente por medio de sus útiles de pulimento y que puede ser doblegado en casi todas las formas que desea. Estas características —la ductilidad y maleabilidad del metal, además de su tendencia a brillar cuando el martillo elimina la oxidación superficial— debieron de convencer al tallador de piedras de que realmente había topado con una piedra especial.

Hasta aquí todo ha sido conjetura, pero actualmente esto está apoyado por pruebas tangibles. En estos últimos años, a todo lo largo del Próximo Oriente y Asia occidental, desde Anatolia hasta Afganistán y del río Indo hasta Pakistán, los arqueólogos han exhumado artefactos del hombre prehistórico, y entre ellos se encuentran objetos de cobre martillado. El más antiguo de estos hallazgos es un objeto de adorno encontrado en Shanidar, una gran cueva situada en los montes Zagros, en el noreste del Irak, donde fueron halladas pruebas de habitabilidad humana que se remontan a 100.000 años. Excavando este lugar en 1960, el antropólogo Ralph Solecki desenterró un colgante de cobre perforado de casi 2,5 cm de longitud que data del año 9500 antes de nuestra era (*página 32*).

Esta fecha coincide casi exactamente con la época en que los habitantes de los alrededores de Shanidar comenzaron a abandonar su vida de cazadores y recolectores para dedicarse a la agricultura. A unos pocos kilómetros de la cueva, en un lugar llamado Zawi Chemi, los arqueólogos han desenterrado el más antiguo establecimiento permanente encontrado en el norte del Irak. La gente de Zawi Chemi vivía en un grupo de pequeñas chozas circulares construidas con guijarros recogidos de las cercanas orillas del Gran Zab, un impetuoso río de montaña. Aunque estas gentes eran cazadores, también cuidaban ovejas; sus

provisiones de grano se habían revelado tan eficaces que empezaron a sedentarizarse. Se han encontrado morteros de piedra para moler el grano, agudas hoces de piedra y fragmentos de cestos y esteras. El suelo de las chozas contenía también cuentas de hueso, de malaquita y de mármol, elementos decorativos y dientes de animal, colgantes de pizarra con motivos grabados. Ante tales hallazgos, parece probable que el colgante de cobre de Shanidar fue realizado por uno de los imaginativos artesanos de Zawi Chemi.

Entre el colgante de Shanidar y la segunda prueba de utilización humana de cobre van unos 2.300 años y varios cientos de kilómetros. En 1964, en una localidad turca llamada Çayönü Tepesi, en el sudeste de Anatolia, los arqueólogos Robert Braidwood y Halet Cambel descubrieron cuatro objetos de cobre. Dos de ellos parecían versiones primitivas de un alfiler recto —un extremo romo y el otro agudo—. Un tercer objeto aparecía doblado y con dos puntas, como un anzuelo. El cuarto era una masa de cobre que había sido martillada en punta y probablemente fue utilizada como escariador o punzón. Los cuatro están fechados hacia el 7200 antes de nuestra era.

¿Significa esto que el conocimiento del cobre no progresó entre Shanidar y Çayönü? Probablemente no. Aunque el metal mismo todavía no había producido un impacto apreciable sobre la civilización, el hombre había progresado por varios caminos. En Çayönü no sólo estaba domesticando ovejas, sino también cerdos y quizás cabras. Había empezado también a plantar una primitiva forma de trigo. No sabía aún cocer la cerámica, pero había aprendido a modelar ladrillos de barro y sus chozas eran realizaciones consistentes construidas sobre firmes fundamentos de piedra, con suelos esmeradamente pavimentados. De esta manera, el cobre —en forma de útiles ocasionales— pudo haber contribuido a hacer su vida un poco más fácil.

Casi mil años separan Çayönü de los otros obje-



tos de cobre descubiertos por los arqueólogos. Y entonces, los hallazgos fechables entre el 6500 y el 5200 antes de nuestra era son más numerosos y se extienden por todo el Próximo Oriente. Es como si todo el territorio —y no un individuo o un poblado aislado— hubiera descubierto de repente el metal. En los más antiguos niveles de habitación de Çatal Hüyük, poblado turco situado al sur de Anatolia, se encontraron pequeños tubos de cobre, junto con cuentas de cornalina; sin duda se trataba de un collar construido con diversos elementos. Pequeños objetos de cobre aparecen en varios niveles de excavación en Yarim Tepe, en la zona más al noreste de Irán, casi junto a la frontera del Turkmenistán ruso. Una única y minúscula cuenta fue hallada por un arqueólogo en una excavación en Ali Kosh, un primitivo poblado agrícola del sur del Irán, junto a la llanura mesopotámica. Y, finalmente, de la comunidad agrícola turca de Hacilar proceden unas cuentas de cobre fechadas hacia el 5000 antes de nuestra era.

La dispersión geográfica de estos hallazgos sugiere que el conocimiento del cobre había empezado a extenderse desde el sexto milenio. El mineral de este metal, en efecto, no existe en todos los sitios donde fueron desenterrados los artefactos. Por ejemplo, no hay cobre en cientos de kilómetros alrededor de Ali Kosh, así como tampoco hay recursos metalíferos en la amplia llanura de Mesopotamia. Por lo tanto, la cuenta de cobre descubierta en Ali Kosh debió de ser llevada allí desde algún otro lugar. El lugar de extracción fue sin duda la zona montañosa del norte del Irán, a unos 150 km de allí. Y, según parece, otro artefacto recogido en Ali Kosh, una pieza de obsidiana, también procede de esta misma región. ¿Hubo allí, ya en el 6000 antes de nuestra era, una ruta comercial regular procedente del norte? ¿Fueron el cobre y la obsidiana objeto de transacción entre el norte de Irán y Ali Kosh?

Las pruebas concretas de este tipo de actividad

## Estatuillas llenas de piedad y de arte

Poco después de descubrir que el cobre podía ser extraído de la roca por fundición, los artesanos de Sumer empezaron a utilizar el metal para construir estatuillas en vez de esculpir las en piedra. Las figurillas de la derecha, construidas con unos pocos siglos de diferencia durante el tercer milenio antes de nuestra era, fueron todas fundidas por el método de la cera perdida (páginas 78-79).

La primera, una figura de hombre que lleva un pesado bulto sobre su cabeza, a juzgar por la esbeltez de su cuerpo, podría representar un atleta. La segunda representa a una diosa; los dos pares de cuernos que rodean su turbante —motivo que se repite en el arte de Mesopotamia— son símbolo de divinidad. Se encontró en la ciudad sumeria de Ur, dentro de una caja que servía de base de una estatua mayor. La tercera estatua apareció en la pared de un templo de Nippur. La inscripción cuneiforme grabada en la estatua permite identificar la figura como Ur-Nammu, uno de los reyes sumerios más poderosos, y precisa que estaba dedicada al dios Enlil, patrón de la ciudad de Nippur, y a su templo. Sobre su cabeza, Ur-Nammu lleva un cesto de argamasa, que simboliza su deseo de dar al templo una duración perpetua.







comercial son escasas, pero existen. Las ruinas de Çayönü, donde se encontraron los primeros útiles de cobre, contenían una concha del Mediterráneo, a unos 480 km de él. Quizá fue intercambiada como una curiosidad por un trozo de cobre del poblado. Çatal Hüyük, el poblado turco donde fueron desenterradas las cuentas de cobre y cornalina, contiene muchos artefactos hechos de materiales que no se encuentran en la localidad: alabastro, mármol, sílex y porcelana. Çatal Hüyük fue una próspera ciudad. Su población de 6.000 habitantes gozaba de uno de los más altos niveles de vida de aquel tiempo. Su dieta, mucho más variada que la de sus vecinos, incluía tres clases de trigo y dos de cebada, así como guisantes, lentejas y plantas cultivadas por su aceite. Además, en sus alrededores había manzanos y almendros, fresas y nebrinas, bellotas y pistachos. Los habitáculos eran rectangulares, llevaban vestidos tejidos y comían en cuencos de piedra y madera. Aunque no poseemos pruebas del mecanismo del comercio, no es difícil imaginar que Çatal Hüyük importaba su alabastro, su mármol y sus conchas de porcelana a través de algún canal comercial regular.

Durante varios miles de años, el cobre que circuló por el Próximo Oriente a lo largo de esas incipientes rutas comerciales consistió principalmente en pequeños objetos; es la fase conocida como "tecnología de bisutería". El mismo metal era todavía cobre nativo, recogido del suelo más que explotado en minas. Las técnicas de modelado consistían aún en el martillado, aunque, según parece, ya algunos individuos se daban cuenta de que el calor lo ablandaba y facilitaba el martillado. Sin embargo, cuando hacia el 4000 antes de nuestra era se descubrió que el cobre podía ser extraído de sus minerales mediante fundición y, por tanto, ser utilizado en mayor escala, el metal salió de su condición de bisutería y se le dio una mayor utilidad.

Para comprender la amplitud del progreso alcanzado por el hombre al descubrir los minerales del cobre, sólo es necesario tener en cuenta que no hay ninguna conexión aparente entre el cobre y sus minerales. Ni el peso ni la textura del mineral lo relacionan directamente con el metal mismo. No obstante, un día, alguien se dio cuenta de que el trozo de cobre que yacía en el suelo y la veta de mineral de cobre de las rocas cercanas tenían algunos puntos comunes. ¿Cómo ocurrió esto?

Durante mucho tiempo los especialistas creyeron que ello sucedió accidentalmente en un fuego de cocina. Un hombre, al recoger las cenizas, encontró una pequeña bola de cobre en el fondo del hogar y se preguntó de dónde había venido. Quizás el hogar estaba construido con piedras metalíferas; quizás el que encendió el fuego recordó haber visto tales rocas en el lugar donde recogía el cobre nativo. Reuniendo sus observaciones, dedujo de repente el origen de la pequeña bola.

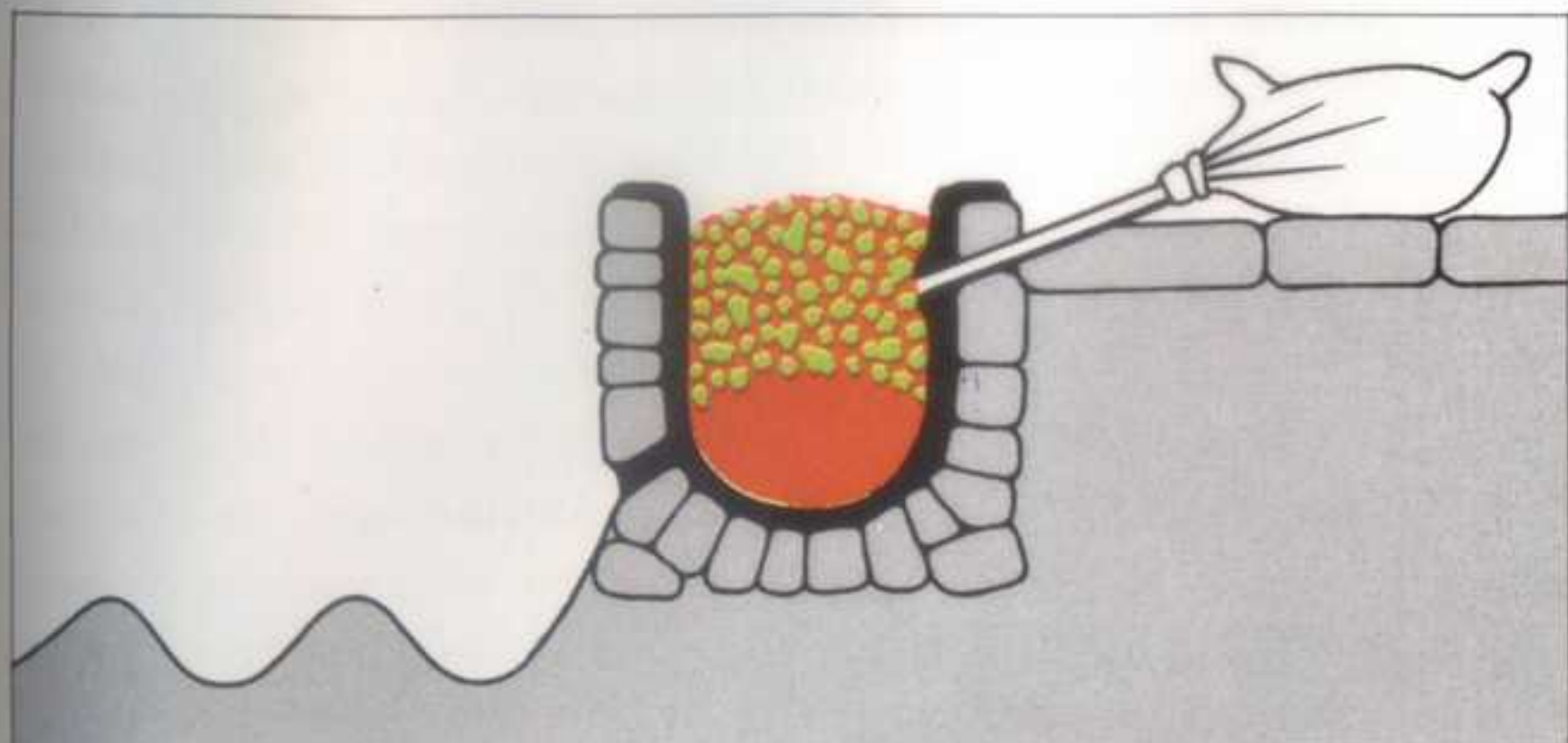
Desgraciadamente, hay varias cosas falsas en esta teoría. Los fuegos de cocina raramente alcanzan un calor suficiente como para separar el cobre de sus minerales, y el cobre extraído sólo podía fundir bajo extraordinarias circunstancias. La temperatura normal de un fuego de cocina se sitúa entre 590° C y 700° C, algo menos que los 700° C a 800° C mínimos precisos para la fusión del metal. Incluso si la temperatura llegara a 800° C, el cobre producido sería esponjoso, frágil e inutilizable. Se necesita una temperatura de 1.090° C para licuar el metal de un modo apropiado.

Se puede pensar que si el fuego de cocina fue avivado por un fuerte viento, la temperatura del hogar podía elevarse sobre los 800° C. Pero en la compleja acción química que se produce cuando los minerales de cobre desprenden su metal, uno de los requisitos más importantes es una atmósfera carente de oxígeno: lo que los metalúrgicos llaman una "atmósfera

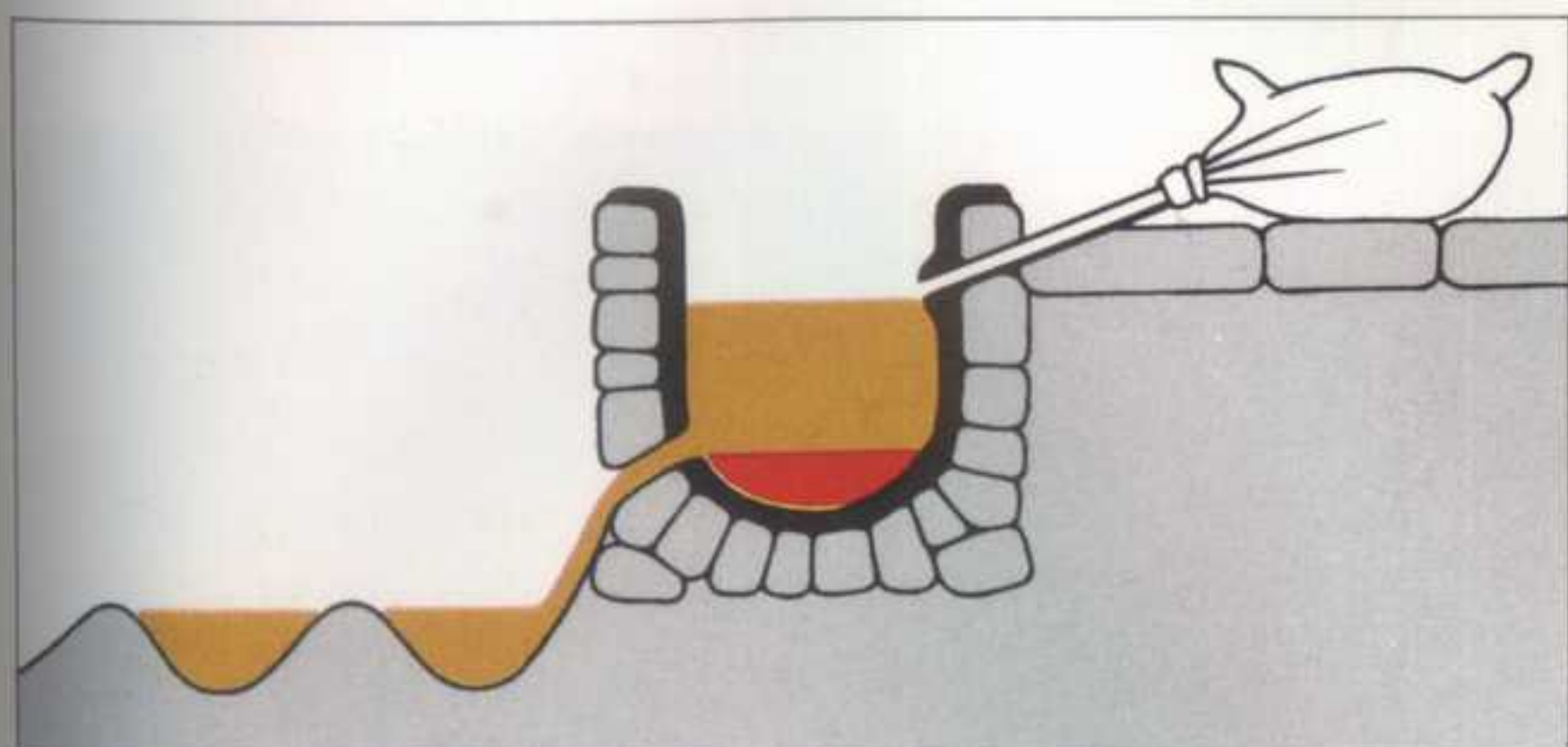


### Un horno revolucionario

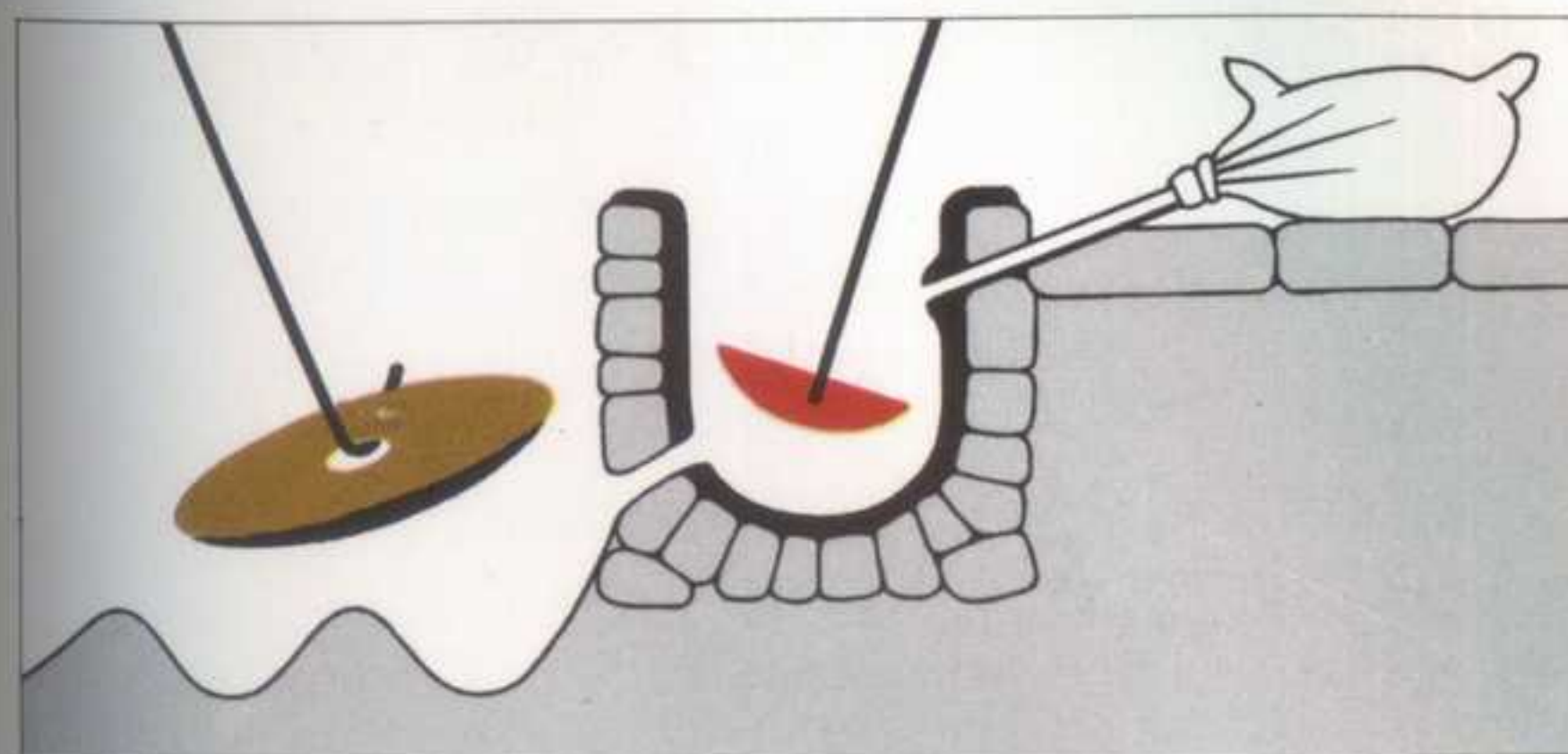
El horno es la clave del éxito de la operación de fundir el cobre. Se cree que los egipcios utilizaron el tipo avanzado que se muestra aquí debajo alrededor del 1200 antes de nuestra era, para explotar los ricos depósitos de mineral de cobre de Timna, en el desierto del Negev (páginas 45-53).



El horno, construido de piedras revestidas de arcilla, era colocado en el borde de una depresión del suelo. En la parte posterior, un fuelle de piel de cabra introducía aire por una tobera para elevar la intensidad del fuego; se mezclaba malaquita (verde) con el carbón.



Con el horno a  $1.090^{\circ}\text{C}$ , el cobre fundido (rojo) se iba hacia el fondo, y la escoria, más ligera (marrón), subía a la superficie. Destapando el agujero de la parte frontal del horno, los fundidores podían evacuar la escoria y retener el cobre.



Cuando se había vaciado toda la escoria inútil en un agujero especialmente excavado para retenerla, se la dejaba enfriar y después se sacaba con un gancho. El cobre endurecido era a su vez extraído del fondo del horno con una larga vara.

reductora". En estas condiciones el aporte de oxígeno se controla cuidadosamente, y el oxígeno presente en el mismo metal se combina con el monóxido de carbono desprendido por el carbón de leña para dar lugar al dióxido de carbono que se volatiliza. El producto final es una masa de cobre.

Pero si un fuego de cocina no proporciona la apropiada atmósfera reductora, ¿cómo se descubrió pues la fundición? Es mejor suponer que tal descubrimiento ocurrió por accidente en un horno de cerámica. Los antiguos ceramistas pudieron tener ocasión de utilizar óxidos de cobre pulverizados para teñir sus cerámicas de azul. Un ceramista que encontrara restos de cobre en su horno se habría preguntado varias cosas. Se puede suponer que el ceramista trataría de re-crear su hallazgo accidental hasta reproducirlo con éxito. Pero ¡qué perseverancia han mostrado los hombres hasta descubrir el origen del cobre!

En otra etapa, el ceramista habría colocado mineral en su horno en vez de cuencos. En este punto tuvo que entrar en acción un metalista. El no podía saber por qué el horno de su amigo ceramista había producido metal a partir de mineral, pero sin duda él —y otros como él— continuaron experimentando y aprendiendo. En este lento y largo proceso el horno de cerámica dio paso a hornos más elaborados capaces de mayores temperaturas. Hacia el 3200 antes de nuestra era el cobre se extraía del mineral en un horno cerrado, y frecuentemente el combustible y el mineral ocupaban compartimentos separados. El diseño básico es el precursor de un tipo de horno en extremo eficaz y en uso todavía actualmente. No sólo funde el mineral, sino que produce temperaturas lo suficientemente elevadas como para fundir la masa de cobre resultante.

El combustible utilizado por el ceramista, ordinariamente madera, fue finalmente reemplazado por carbón de leña, mucho más eficaz. Un sistema de ventilación apropiado permite elevar considerable-



## Métodos empleados por los primeros trabajadores

*En la ilustración de abajo se muestran cinco especímenes de metal, cobre puro y cuatro aleaciones de cobre, de dos maneras diferentes. En las fotografías clásicas los cinco lingotes partidos en dos (las dos primeras hileras) aparecen sutilmente diferenciados en cuanto a color y textura. Los mismos especímenes, vistos bajo el microscopio (hilera inferior), acusan diferencias marcadas e inconfundibles.*

Para determinar cómo fue hecho un antiguo objeto de metal o qué materiales intervinieron en su fabricación a veces basta con examinar el objeto a simple vista. Pero a menudo el aspecto exterior de un recipiente o de una aguja prehistóricos no es demasiado explícito, bien sea porque los siglos han corroído su exterior o porque su creador no dejó marcas reveladoras de sus métodos.

Para saber lo que un examen externo no revela o para confirmar lo que sugiere, el observador puede recurrir a la ciencia de la metalografía, al estudio microscópico de la estructura interna de los metales.

Examinada en el microscopio, la repartición de los cristales puede ayudarle a determinar si el metal se encuentra en estado puro o en aleación y a establecer el método de fabricación, por ejemplo si el material fue martillado en frío, calentado y golpeado alternativamente, o ambas cosas.

La metalografía, como demuestran los fotomicrogramas de estas páginas, revela pronunciadas diferencias internas entre el cobre, por ejemplo, y varias aleaciones de cobre (*debajo*). Metales que parecen casi idénticos a simple vista, muestran, bajo un microscopio, diferencias tan evidentes como entre una aguja y un recipiente.



COBRE PURO

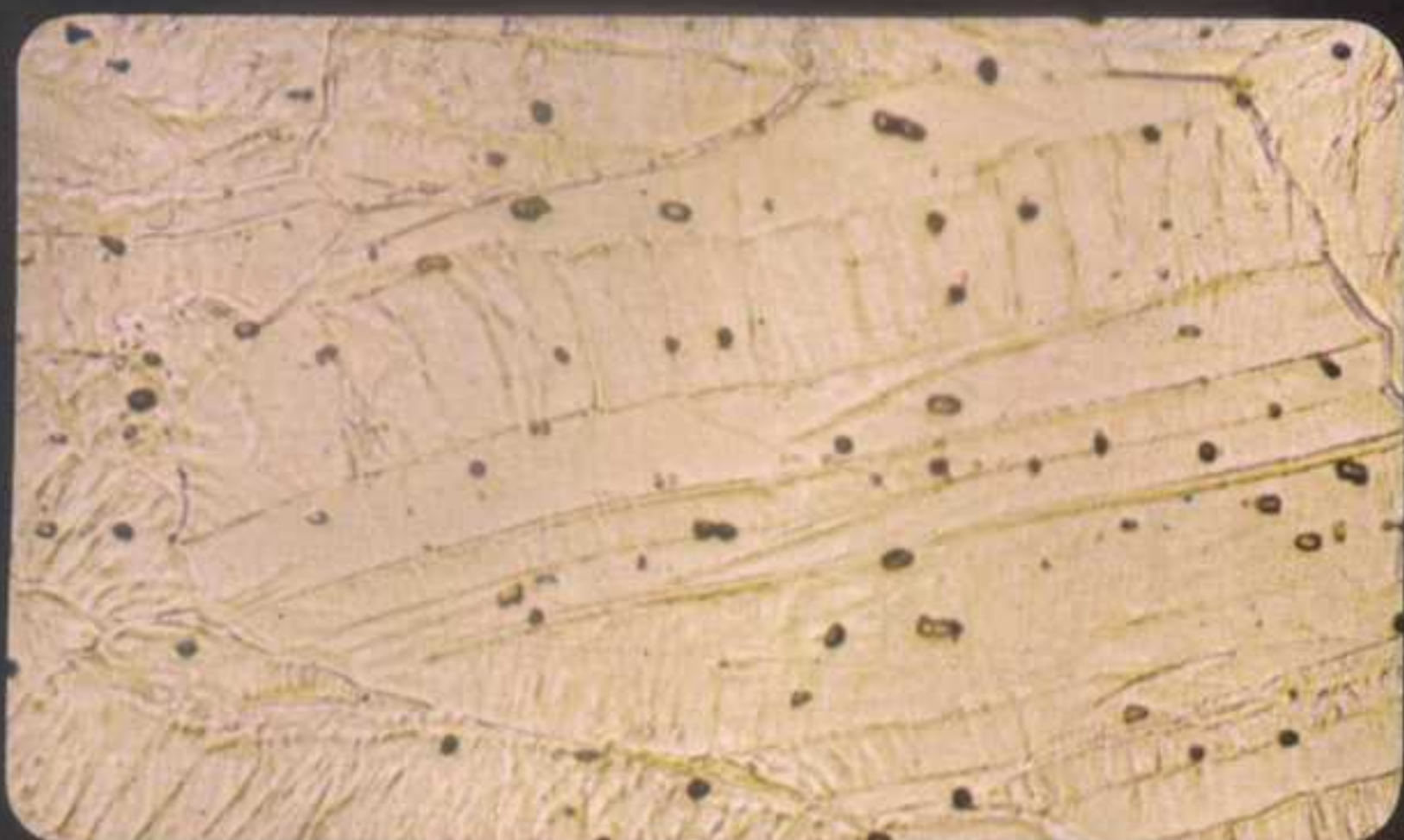
5 % DE ESTAÑO

10 % DE ESTAÑO

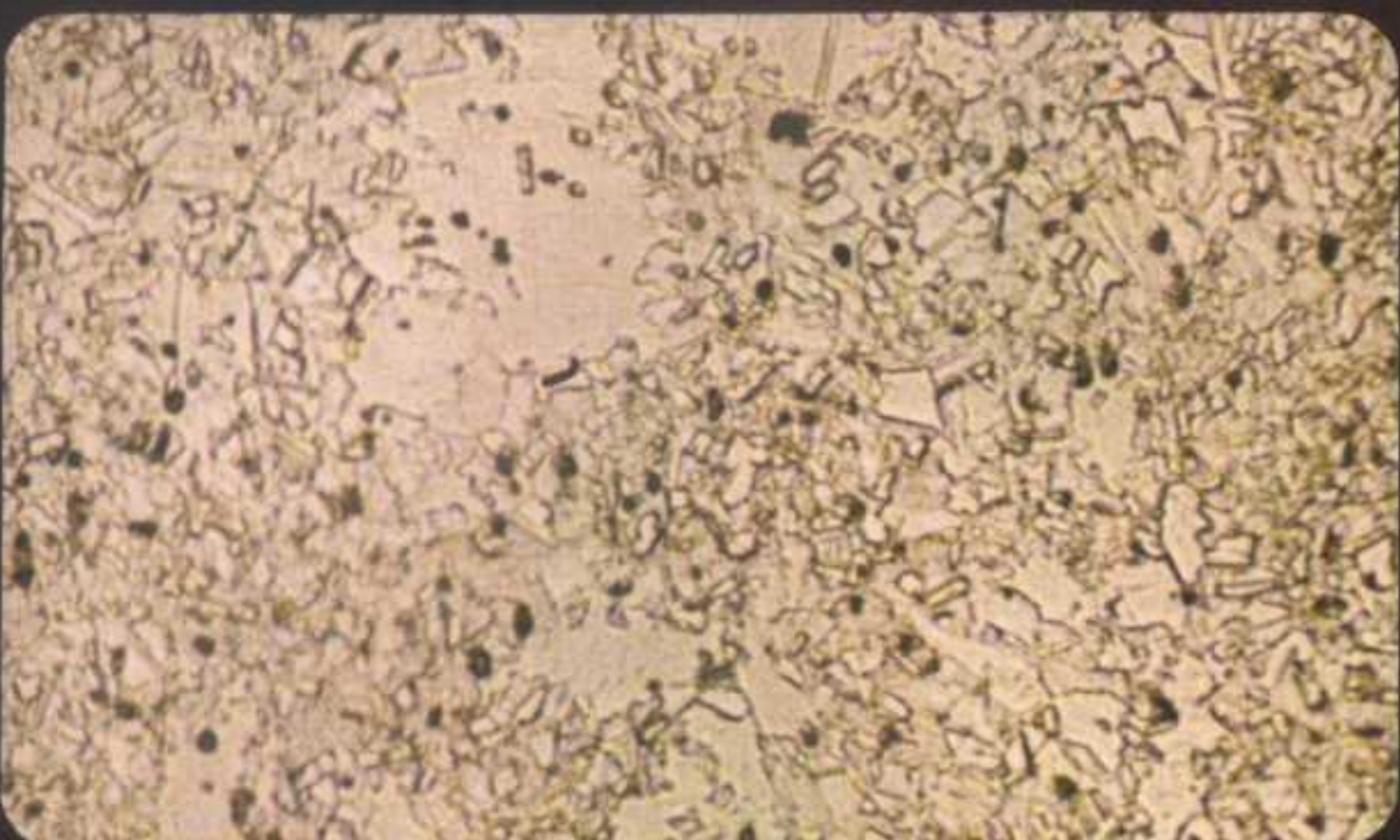
15 % DE ESTAÑO

15 % ESTAÑO, 5 % PLOMO

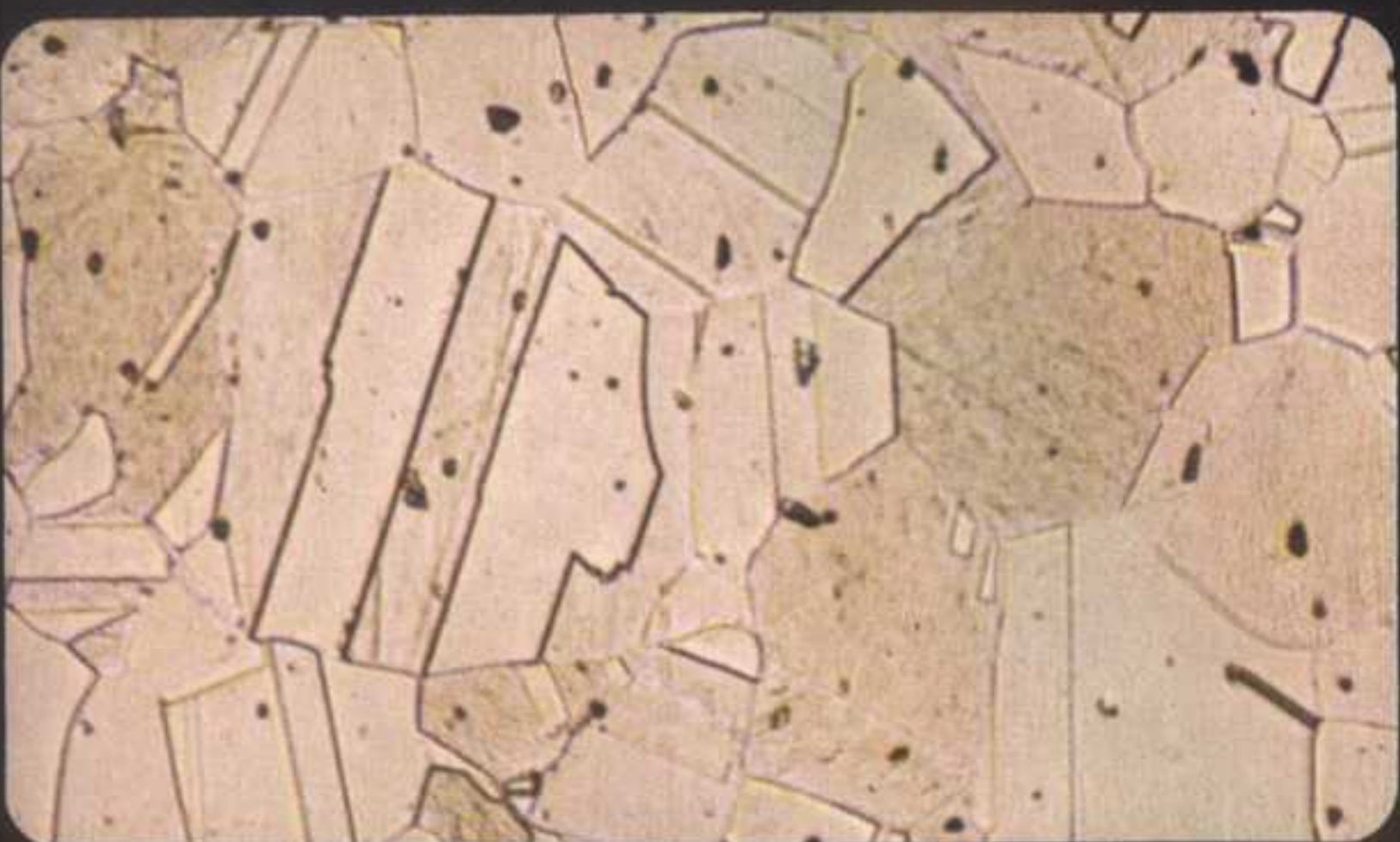




COBRE MARTILLADO



COBRE RECRISTALIZADO



BRONCE ENFRIADO POR AGUA



BRONCE MARTILLADO



BRONCE ENFRIADO POR AIRE



COBRE RECALENTADO

Aumentada 100 veces en estas fotomicrografías, una muestra de cobre puro tratada de tres modos en un laboratorio de la Kennecott Copper Corporation refleja cómo afectaban al metal las diferentes técnicas antiguas de trabajo. El martillado en frío aplanaba, pero no rompía, los cristales de cobre (arriba). Calentándolo a  $230^{\circ}\text{C}$  (centro), los cristales sufrían una mezcla masiva; los antiguos cristales grandes se rompían y daban lugar a nuevos cristales más pequeños. Cuando se sometía a mayor temperatura, los cristales se hacían más grandes (abajo).

Cuando el contenido de estaño de un bronce pasa del 12 %, aparece una segunda fase microcristalina cuya forma y cantidad dependen del tratamiento especificado. Si la aleación se calienta hasta ponerla de un color rojo opaco y luego se enfría rápidamente en agua fría a través del microscopio aparece como muestra la foto superior. Si la aleación se enfría lentamente, la segunda fase se transforma en una microestructura difásica (centro). El forjado posterior en frío, deforma los granos e introduce marcas de deformación plástica (foto inferior). Cada cambio de estructura viene acompañado de un cambio de las propiedades de la aleación.



## Experimentación del método

Para demostrar la precisión del método de la metalografía, se cortó una fina sección de una aguja de cobre iraní del 4200 antes de nuestra era y se la preparó para un examen microscópico. Aumentada cien veces, se pudo observar que la aguja fue martillada intensamente, pero no fue sometida a calentamiento. A modo de verificación, se realizó una copia de la aguja martillando un trozo de cobre nativo iraní y se examinó también con el microscopio. Ambas agujas aparecen abajo.



SECCION DE UNA AGUJA DE COBRE DE 6.000 AÑOS DE ANTIGÜEDAD



SECCIÓN DE UNA AGUJA DE COBRE MODERNA

*La fotomicrografía de un corte transversal de una prehistórica aguja del Irán (izquierda) muestra la disposición alargada de los cristales, lo que demuestra que el cobre fue martillado sin calentar. La réplica moderna, fabricada como se hacía anteriormente, por martillado en frío, muestra una disposición de los cristales casi idéntica (derecha).*



mente la temperatura. Cuanto más potente sea la ventilación, más caliente es el fuego. A fin de aprovechar los vientos dominantes, los metalistas construían sus fuegos en las laderas montañosas más expuestas y dirigían los vientos hacia la base de sus fuegos por medio de canales.

Posteriormente los ceramistas fueron de nuevo en ayuda de los metalistas proporcionando arcillas que, bajo elevadas temperaturas, no fundían junto con el metal. Con esta arcilla resistente al calor podían construirse toberas, las cerbatanas del fabricante de metal utilizadas para avivar las llamas. Más tarde aún, con la invención del fuelle, los metalistas podían elevar las temperaturas de sus fuegos hasta los  $1.650^{\circ}\text{C}$ , temperatura suficientemente elevada como para fundir el hierro y la mayoría de otros metales.

Con el descubrimiento de que el mineral podía ser fundido en un horno, la producción de cobre a partir de mineral se convirtió en una importante actividad, una de las primeras industrias del hombre. El lugar más antiguo en que se han descubierto huellas es Tal-I-Iblis, en Irán. Tal-I-Iblis está en un valle de la cordillera Kerman, una larga cadena de colinas paralela a los Montes Zagros, separada de ellos por un desierto. Actualmente es un lugar desolado, en verano con temperaturas superiores a los  $38^{\circ}\text{C}$  y con un régimen de lluvias que no sobrepasa los 100 mm al año. El suelo es arenoso, salpicado de rocas y desprovisto de vegetación. Pero hace 6.000 años el valle era menos árido. Las colinas que lo bordeaban estaban cubiertas de bosques, incluyendo pistachos silvestres, cuya madera produce un excelente carbón de leña.

En persa, *tal* significa colina o montículo. Una colina de Tal-I-Iblis, como cientos de montículos similares del Próximo Oriente, que alcanza una altura de unos 11 m, está formada por ruinas de una serie de poblados de ladrillos que se sucedieron en este emplazamiento. Un lugar como Tal-I-Iblis deberá conte-

ner rasgos claramente definidos de instalaciones que se remontan a miles de años. En este caso, el poblado más antiguo fue construido poco antes del 4000 antes de nuestra era.

Esta colina fue descubierta y situada geográficamente por primera vez por el arqueólogo-explorador británico Sir Mark Aurel Stein en 1932. La Segunda Guerra Mundial y la política regional hicieron que las excavaciones se pospusieran por años. Después, en 1964, en el curso de una prospección arqueológica organizada bajo los auspicios del Sha del Irán, el Dr. Joseph R. Caldwell, del Museo del Estado de Illinois, realizó una breve visita a la colina. Lo que vio le disgustó y le sorprendió al mismo tiempo. Desde que Stein la había localizado, la colina había sido destruida por los agricultores locales, que utilizaban su tierra para fertilizar sus campos. Sus excavaciones casuales habían esparcido por toda el área cientos de valiosos artefactos, un drama para los arqueólogos. Pero su excavación había puesto también al descubierto que Tal-I-Iblis había sido, casi desde sus comienzos, un activo centro de extracción de cobre.

Tal-I-Iblis, hacia el 4100 antes de nuestra era, constituía una activa comunidad de unas 50 casas rectangulares, de una sola habitación, unidas por estrechas callejuelas y patios. Las casas fueron hechas con adobes ovales secados al sol, dentados en la parte superior e inferior con dos hileras de agujeros del tamaño del pulgar, seguramente para facilitar que la argamasa adquiriera una mayor trabazón. Estas chozas pudieron tener un segundo piso sin techo, como actualmente lo tienen muchas casas del Irán. Las paredes estaban enlucidas interior y exteriormente, y algunos interiores estaban pintados de color rojo o amarillo.

Sin embargo, lo que más fascina de este poblado es la aparente familiaridad de sus habitantes con el comportamiento y el control del fuego. Además del conocido fuego del hogar, Tal-I-Iblis posee también



## Templo construido por los mineros del cobre

En 1969, un equipo de arqueólogos israelíes descubrió las ruinas de un pequeño templo que data del 1300 antes de nuestra era en el desierto de Negev, no lejos de las minas de cobre de Timna (*páginas 45-53*). Construido por los egipcios para uso de sus mineros, estuvo primero dedicado a Hathor, diosa de la maternidad. Aunque un terremoto destruyó el templo propiamente dicho, una tribu local, los medianitas, que explotaba también los recursos de cobre de la zona, continuó utilizando el lugar para adorar a sus propias divinidades. Entre los restos que dejaron tras de sí, había ofrendas votivas esculpidas en el cobre extraído de las minas cercanas.

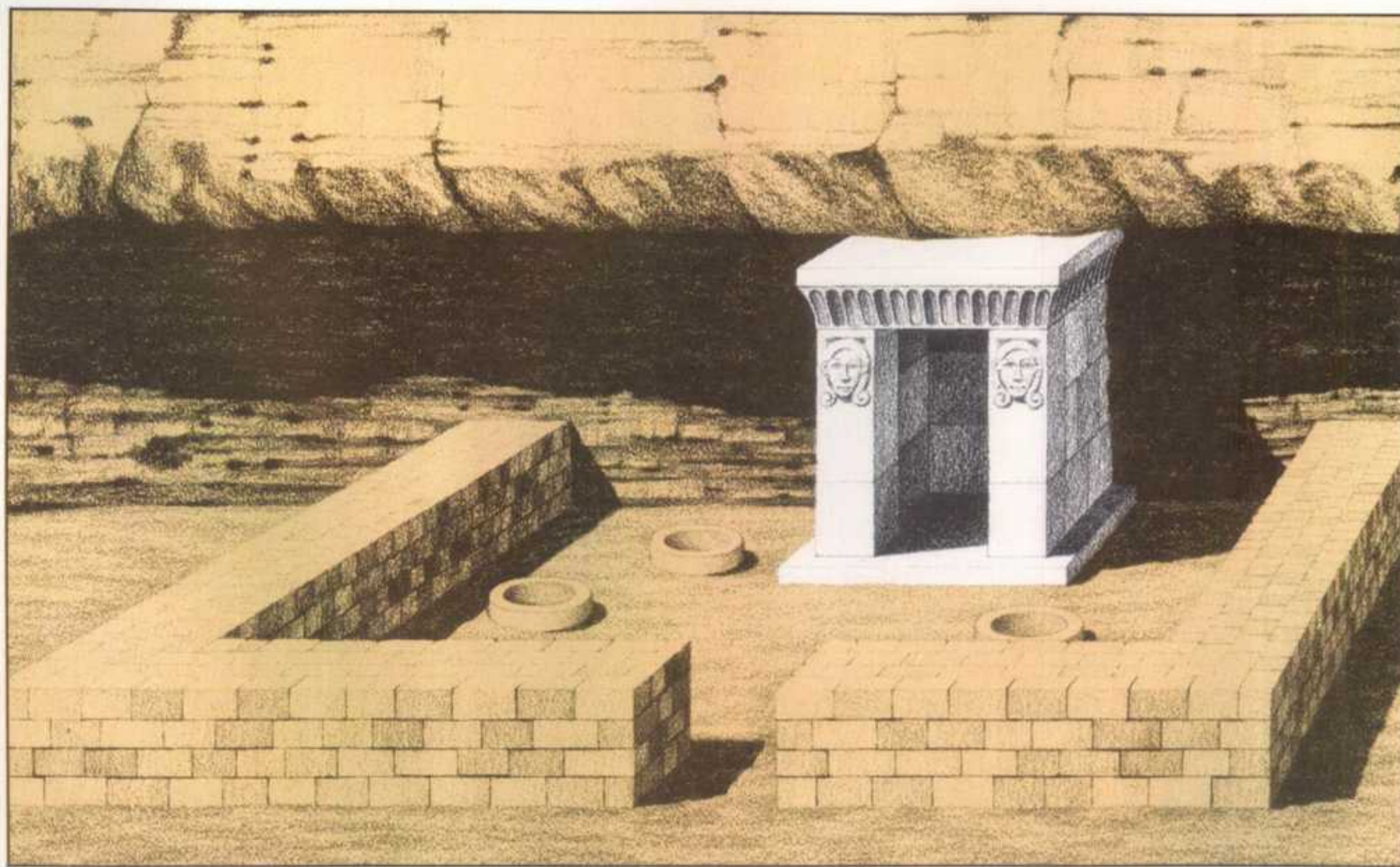




*Estas jigurillas fundidas de cobre son aparentemente las ofrendas que los mineros depositaron en el templo. El carnero, obra de los medianitas, está agujereado, lo que le permitía colgar como amuleto. La estatuilla humana fue probablemente una diosa de la fecundidad.*



*Adosado al pie de un afloramiento de arenisca roja conocido como los Pilares del Rey Salomón, las ruinas del templo de Hathor (encuadradas posiblemente según la lámina izquierda, inferior) son casi invisibles en la actualidad. En la reconstrucción de abajo, un muro de 7 por 8,8 m encierra un pequeño santuario construido de arenisca blanca importada, con la cara de la diosa esculpida en relieve en sus dos columnas frontales. En el patio había tres cuencos para las abluciones rituales, a fin de que los que iban a rendir culto se lavaran antes de entrar en el santuario.*





restos de un horno para cocer el pan, un horno para la cerámica y un número de artefactos directamente relacionados con la fundición del cobre. Uno de éstos, una caja de arcilla, servía sin duda para recoger el mineral triturado y se colocaba directamente sobre el fuego para fundir el metal. Más impresionantes aún son los numerosos fragmentos de crisoles de cerámica, sobre los que se encuentran residuos de cobre fundido.

A juzgar por el número de crisoles y por el número de objetos de cobre encontrados en el lugar, la gente de Tal-I-Iblis fundía mucho más cobre del que necesitaba. ¿Qué ocurría con el resto? Aparentemente era transportado a otro lugar. Especulando sobre su destino, algunos arqueólogos han aventurado que llegó a mercados tan lejanos como las ciudades de Sumer, que entonces surgían a lo largo del Tigris y el Eufrates, en Mesopotamia.

Además de fundir el cobre, los antiguos metalistas del Próximo Oriente habían aprendido a verter en moldes el metal fundido. Nadie sabe cómo se hizo tal descubrimiento, pero puede ser que un artesano que recogía cobre fundido de un horno cerrado, derramara metal sobre el suelo empedrado; el metal, al enfriarse y endurecerse, adquirió la forma de las piedras. Realmente, los primeros objetos de cobre conocidos hechos con molde se realizaron en moldes de piedra. Los moldes más primitivos eran abiertos, de una pieza, pero los antiguos metalistas pronto idearon un molde cerrado, a veces tallado en piedra, pero a menudo modelado en arcilla. El molde para una hoja de hacha, por ejemplo, consistía en dos mitades atadas juntas, en cuyo hueco podía verse después el metal fundido.

De este modo, y en considerable cantidad, se fabricaron puñales, puntas de lanza, puntas de flecha, hachas, azuelas, cuchillos y cinceles. Puede decirse

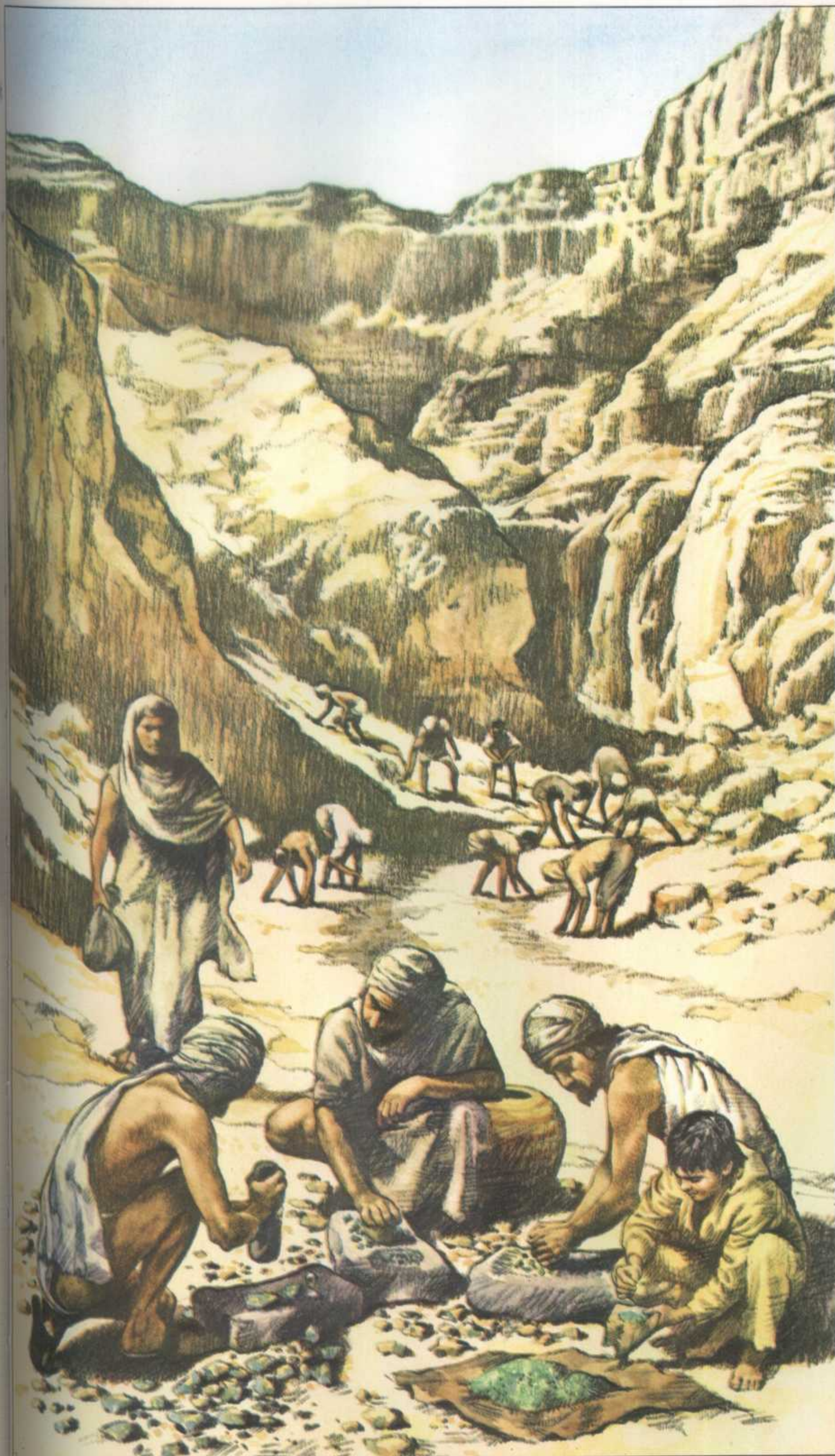
casi que la técnica de fundición con molde llevó la manufactura de objetos de cobre a un estado industrial. Pero, durante mucho tiempo, estos útiles de cobre, a pesar de su demanda, no reemplazaron a sus antecesores de piedra y hueso. Su producción era relativamente costosa y se doblaban y se estropeaban fácilmente. Sólo los ricos podían tener el lujo de equipar sus casas con utensilios de cobre, comer con platos y cuencos de cobre y beber con copas de cobre.

A pesar de todo, el cobre debió de ser muy apreciado. Un texto del año 2000 antes de nuestra era —un “debate” entre la Plata y el Cobre— deja entrever la creciente importancia del cobre (los sumerios eran muy aficionados a las disputas y no les importaba personificar dos metales). En el debate, el Cobre reprocha a la Plata —a veces mucho más valorada que el oro por su extrema rareza— el habitar en palacio. El Cobre se muestra sin piedad al recordar a la Plata sus defectos:

“Cuando llega la época de riego, tú no ayudas al hombre con el azadón de cobre que afloja el rastrojo. Cuando llega la primavera, no proporcionas al hombre una azuela de cobre en forma de arado. Cuando llega el invierno, no das al hombre un hacha de cobre para cortar leña. Cuando llega la época de la cosecha, no prestas al hombre una hoz de cobre para segar las mieses. Plata, si no hubiera palacios, no tendrías ningún cobijo; sólo la tumba, ‘el lugar de exilio’, sería tu puesto. ¡Plata, si no fuera por el palacio, no habría lugar para ti! Como un dios, no colaboras en ningún trabajo útil. ¿Cómo te atreves a atacarme? Vete a tus oscuros santuarios; vete a descansar a tus tumbas.”

Evidentemente, el cobre era un metal con un brillante futuro. Y cuando se unió al estaño para formar la aleación del bronce, tan útil, nació una era de los metales completamente nueva.





## Extracción y fundición en tiempos prehistóricos

El Deuteronomio, quinto libro del Antiguo Testamento, habla de una tierra tan generosa que “sus piedras son de hierro y se extrae cobre de sus colinas”. Se cree que el lugar descrito es la región de Arabah que circunda el valle del Timna, en el desierto israelí de Negev. Aunque el aspecto del terreno ha cambiado mucho desde los días de los profetas, la región es todavía rica en minerales, especialmente en cobre.

La extracción del cobre en Timna data del 4000 antes de nuestra era. Nació, durante una antigua fase del trabajo del metal, como una primitiva industria de tipo familiar. Entonces la minería se reducía simplemente a buscar los nódulos de malaquita ricos en cobre que había en el valle. Para preparar el mineral para su fundición, los hombres y los muchachos lo machacaban en morteros de granito hasta reducirlo a gravilla (*izquierda*); luego lo calentaban en toscos hornos en forma de cuenco (*página siguiente*).

En los siglos siguientes al 4000 antes de nuestra era, las técnicas de procesamiento del cobre mejoraron y la demanda del metal creció constantemente atrayendo a Timna incluso a mineros foráneos. Hacia el segundo milenio antes de nuestra era las minas de Timna fueron objeto de una explotación intensiva que enriqueció a los faraones de Egipto.

En los grabados de las páginas siguientes se muestra cómo se procesaba el cobre y cómo la industria pasó de ser una operación local y simple a una compleja empresa comercial.

*Los nómadas del desierto buscan malaquita en el lecho de un río y la muelen para su fundición.*



## Extracción del metal: Primeras tentativas

Para fundir cobre a partir de la malaquita, el mineral machacado tenía que ser sometido a una temperatura superior a los  $815^{\circ}\text{C}$ . Un simple fuego de campamento al aire libre no podía alcanzar tal temperatura, de modo que los antiguos mineros del cobre de Timna construyeron un hogar circular de piedra parcialmente hundido en el suelo y lo llenaron aproximadamente hasta unos dos tercios con trozos de carbón de leña dura, de lenta combustión, hechos de madera de acacia.

Una vez inflamado el combustible, los trabajadores aumentaban la temperatura del fuego soplando constantemente en el horno con unas cerbatanas hechas de bandas de piel enrollada y provistas de extremos de cerámica refractaria. Periódicamente, uno de los trabajadores arrojaba puñados de malaquita preparada sobre las ascuas encendidas; después añadía más combustible y mineral en capas alternas, hasta que el horno estaba lleno casi hasta el borde.

Cuando el fuego alcanzaba una temperatura lo suficientemente alta, el metal se separaba del mineral y dejaban apagar el fuego. En el fondo del horno quedaban montones de escoria que cubrían el cobre fundido. Entonces había que romper los trozos de escoria para sacar de su interior las bolitas de cobre.



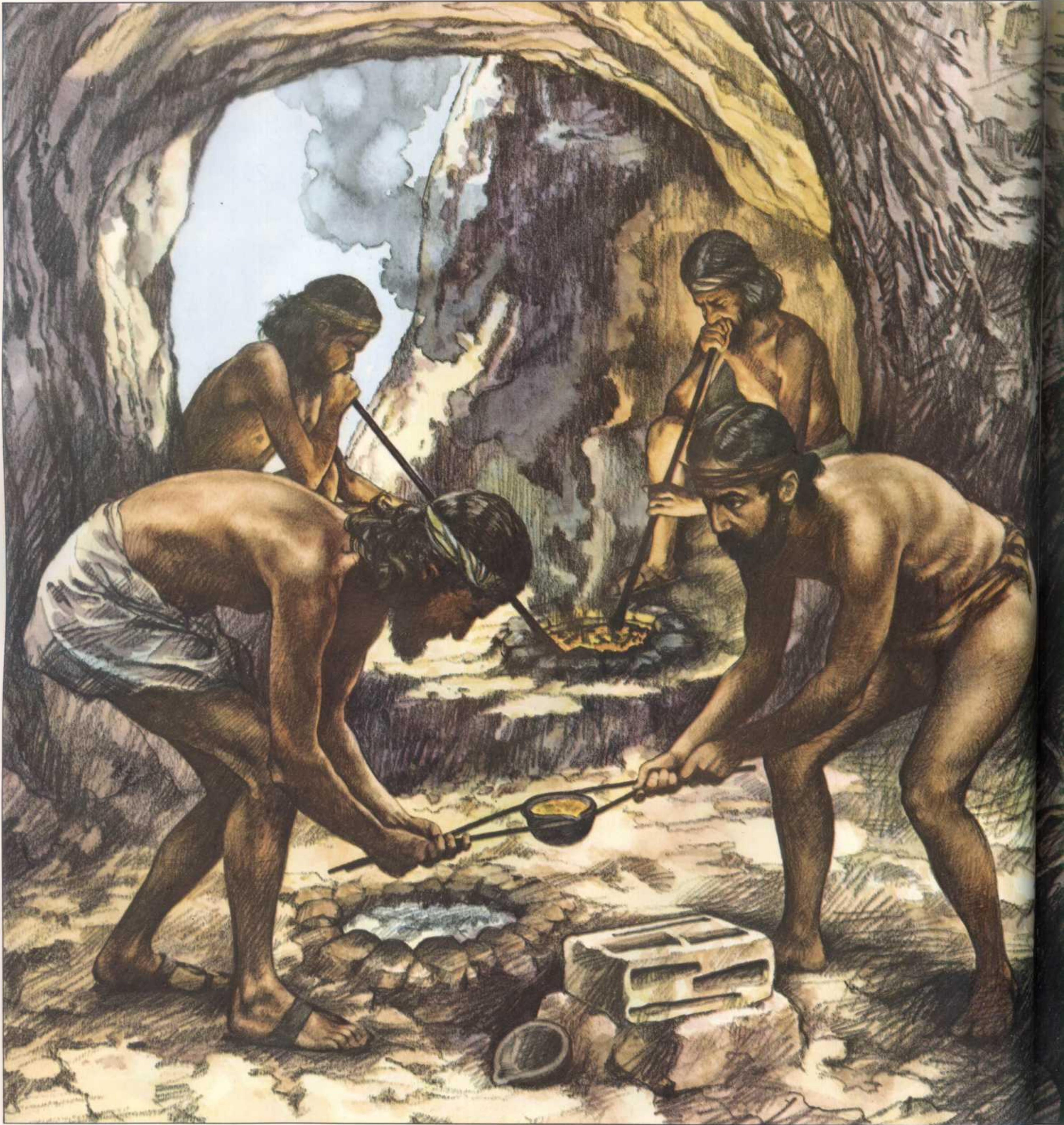
*Mientras unos cargan un horno de fundición con mineral molido y atizan el fuego, otros*





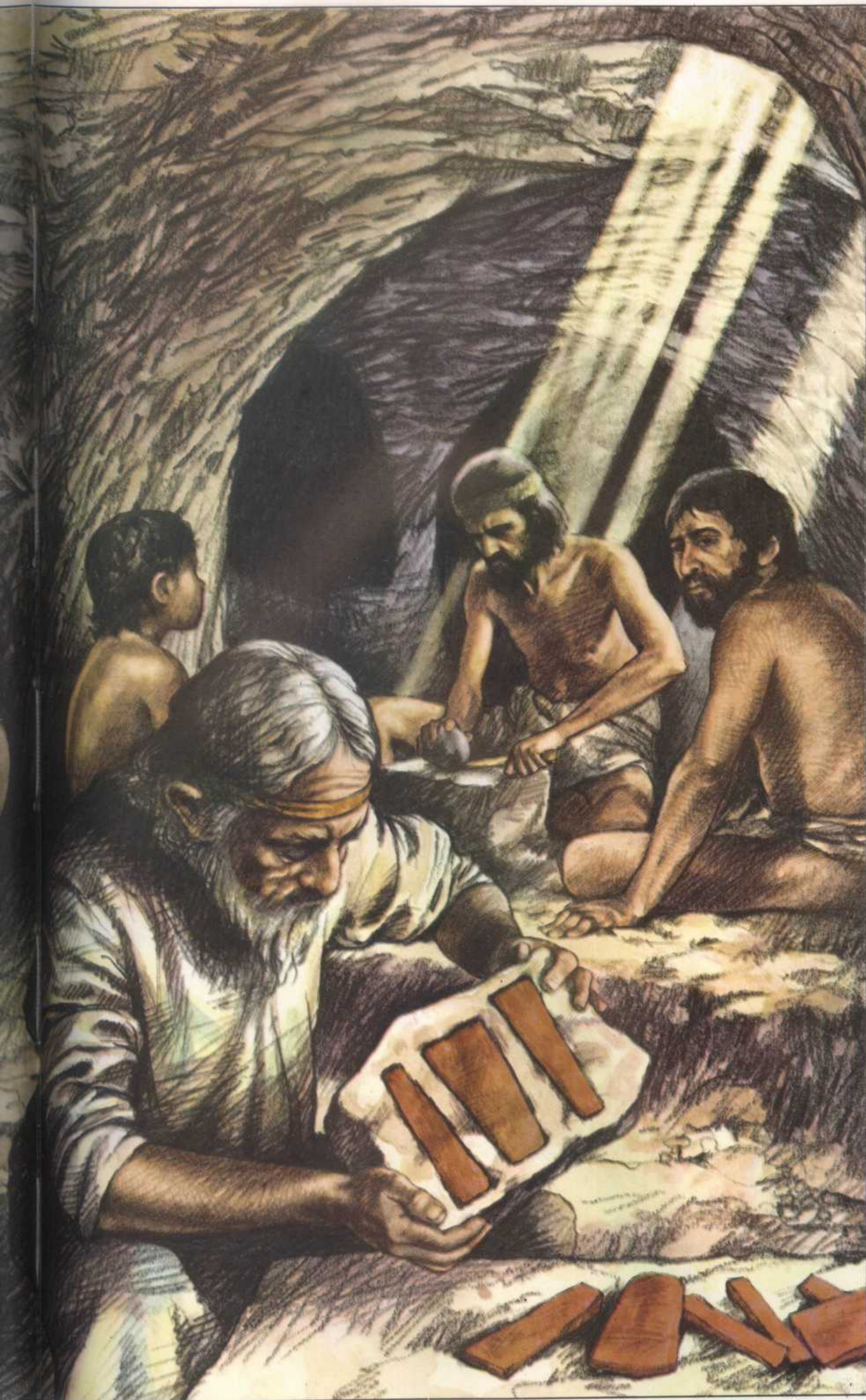
recogen las pepitas de cobre de las masas de escoria. El jarro de agua está preparado para apagar la sed y alguna posible chispa.





Para fundir cinceles en el taller de Abu Matar, los hombres funden el cobre para verterlo en moldes de piedra (izquierda). Los cinceles que son





## Moldeado del cobre en Abu Matar

Se piensa que parte del cobre extraído y fundido en el valle de Timna en la prehistoria fue convertido en objetos útiles a unos 170 km al norte, en un poblado llamado Abu Matar. Allí, en un complejo de galerías subterráneas, se llevó a cabo la fundición. Tras encender fuegos en hoyos, los trabajadores arrimaban crisoles de arcilla cocida llenos de cobre a las ascuas al rojo vivo e iban avivando el fuego con cerbatanas hasta que las pepitas de metal se iban licuando lentamente.

Para retirar el ardiente crisol del fuego y llevarlo a los moldes, dos hombres se servían de ramas verdes de madera humedecidas y, por tanto, a prueba de fuego. Tenían que moverse al unísono; un traspie podía significar horribles sufrimientos. Lentamente, se acercaban hacia donde estaba el molde, y volcaban el cobre caliente en los receptáculos vaciados.

En unos minutos el cobre se había endurecido y enfriado lo suficiente como para ser manipulado. Durante el enfriamiento se había encogido ligeramente, de modo que él mismo se desprendía del molde y podía ser extraído fácilmente. Los objetos fundidos —hojas de hacha, puntas de lanzas, cinceles— se entregaban después a unos hombres cuyo trabajo consistía en eliminar cualquier imperfección.

al en de los moldes (primer plano) son pulimentados en yunques de piedra (derecha, al fondo).





*Mientras los mineros extraían malaquita, un funcionario egipcio, aconsejado por un capataz medianita, contabiliza la producción para comunicar*

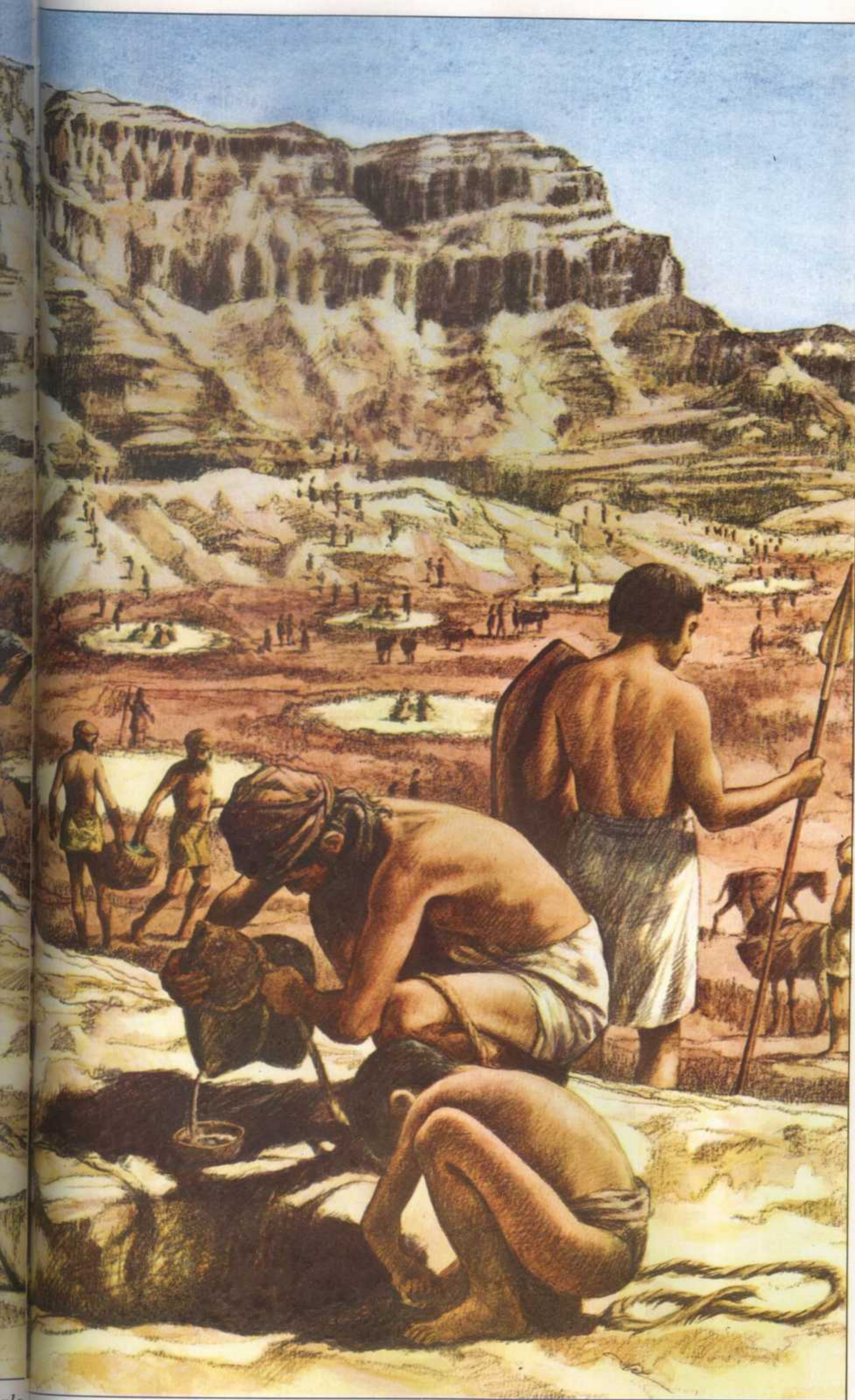


## Explotación de Timna para el Faraón

Hacia el 1200 antes de nuestra era la industria del cobre de Timna era ya una de las más florecientes y rentables. Los egipcios constituían el cerebro —y el poder— que había detrás de esta organización y enviaban representantes al Negev para vigilar los trabajos. Para asegurar una alta producción, los egipcios reclutaban tribus locales, entre ellas la de los medianitas, y varios grupos seminómadas.

Bajo los egipcios, las actividades mineras en Timna alcanzaron tal importancia que llegaron a alterar el paisaje. La mayoría de los árboles fueron cortados y utilizados como combustible, y las colinas fueron excavadas en profundidad para extraer mineral de cobre.

La mayoría del trabajo fue desarrollado en las abruptas laderas de las montañas. Allí, los trabajadores, equipados con martillos de piedra, arrancaban los trozos sueltos de arenisca blanda portadora de malaquita; mientras tanto, otros la desmenuzaban en trozos más pequeños que podían ser transportados hacia el valle, donde se molía el mineral para su fundición. El rendimiento era elevado. Las laderas eran tan ricas en malaquita y en arenisca blanda que un solo hombre podía extraer en un día el mineral equivalente a 3.6 kg de cobre fundido.



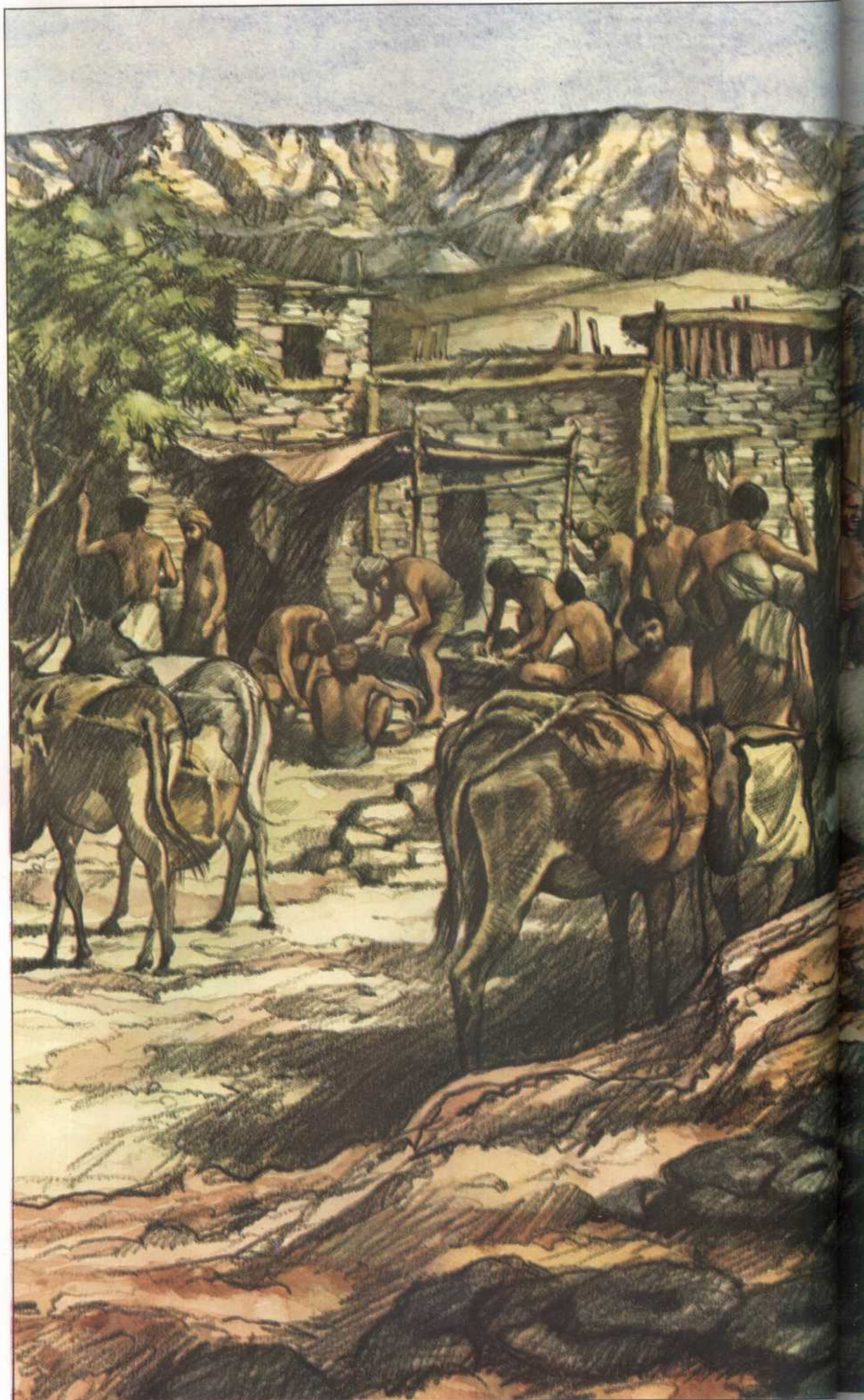
al rey. Un centinela, apostado en la ladera, protege la mina de posibles merodeadores.



## El proceso de fundición se perfecciona

La planificación egipcia era tan eficaz que los hornos de fundición permanecían encendidos día y noche, elevando la rentabilidad y ahorrando un valioso combustible. En vez de encender nuevos fuegos cada mañana, como habían hecho antes los antiguos metalistas, los egipcios mantuvieron los hornos a las máximas temperaturas durante varios días.

Por término medio, una fundición, bajo dirección egipcia, proporcionaba más de 90 kg de cobre a la vez, mucho más de los 6 kilos que se podían fundir por los antiguos métodos de Timna. Esta diferencia residía, además de en una potencia mayor y mejor organizada, en el uso de nuevos hornos más ingeniosos (página 37). Como sus antiguos prototipos, tenían forma de cuenco y estaban parcialmente enterrados en el suelo, pero presentaban algunos sencillos y revolucionarios perfeccionamientos. Detrás de cada uno había un fuelle de piel de cabra utilizado para insuflar regularmente aire en el horno. En la parte frontal, unos agujeros vaciaban la escoria licuada del horno y la arrojaban a una artesa donde se enfriaba en trozos que eran fáciles de extraer. Este sistema de extracción de la escoria permitía la incesante alimentación de los hornos. El cobre se amontonaba en el fondo formando una masa hirviente.



Mientras el humo se levanta de los hornos de fundición, un trabajador acciona un fuelle





le, otro echa mineral preelaborado en el fuego y un escriba anota sus progresos. Piezas de escoria en (primer plano) permanecen en el suelo.



## Capítulo tercero: El impacto del bronce





En las montañas de Israel que bordean el Mar Muerto, en una cueva similar a aquella en que fueron descubiertos los Manuscritos del Mar Muerto, un equipo de arqueólogos de la Universidad hebrea de Jerusalén desenterró en 1961 la prueba de la primera utilización del bronce por el hombre. La cueva, a la que después se le dio el nombre de Cueva del Tesoro, es casi inaccesible. Su entrada está a unos 200 m en lo alto de un escarpado precipicio. El único modo de llegar a ella es por medio de una escalera de cuerda tendida desde lo alto, aunque hace 5.000 años parece que un estrecho sendero descendía en zigzag hasta los manantiales que nacen en la base del escarpado. Debido a la dificultad de llegar hasta ella, la cueva nunca había sido visitada por las tribus nómadas de beduinos, cuya búsqueda de antigüedades que luego comercializan acaba con las riquezas arqueológicas del Próximo Oriente.

Desde tiempos muy antiguos, la Cueva del Tesoro, por lo que parece, sirvió de refugio a las gentes que huían de la persecución. El suelo estaba cubierto de fragmentos de papiro con escritos griegos y hebreos, trozos de cerámica con inscripciones jeroglíficas, lámparas de piedra, artículos de piel y trozos de vidrio y de tejido. Todos estos objetos datan de los comienzos de la era cristiana. Parece que fueron dejados allí en el año 70 de nuestra era por judíos que huyeron de Jerusalén en la época de la destrucción del Segundo Templo por los romanos.

En un nivel más profundo, sin embargo, la cueva proporcionó pruebas de otra ocupación mucho más

antigua, que se remonta al 3000 antes de nuestra era. Piedras de hogar, cerámica y otros utensilios domésticos, granos de trigo y cebada atestiguaron la lucha por la supervivencia que libró otro grupo de refugiados. Bajo una losa de piedra, los excavadores encontraron el hallazgo más sensacional de todos: un escondrijo de 429 objetos, envueltos en una estera de paja; todos ellos, menos 13, estaban hechos de una aleación de cobre y arsénico similar al bronce. La naturaleza de estos objetos sugiere que originariamente pertenecieron a un templo o a un santuario. Hay 10 coronas y 240 puntas de maza delicadamente decoradas. Este tesoro incluye también cinceles y hachas de todas las formas y tamaños, así como un gran número de estandartes, a modo de bastones de mando, utilizados quizás en procesiones. Si los propietarios del tesoro lo llevaron a la cueva para preservarlo durante un período en que su poblado estaba bajo la amenaza de invasores, está claro que no vivieron para recuperarlo.

Aparte del interés humano de este hallazgo, estos objetos marcan un punto decisivo en la historia de la metalurgia. El bronce es un metal más fuerte que el cobre y su aplicación mucho más amplia. Tradicionalmente, la mayoría de los broncees son una aleación de cobre y estaño; el contenido de estaño varía desde el 3 % como mínimo hasta el 25 % del llamado metal campanil. En los tiempos prehistóricos, los primeros broncees estaban hechos de cobre y arsénico, lo que sin duda explica cómo fue descubierta la aleación de metales.

Dos importantes fenómenos metalúrgicos subrayan esta evolución. En primer lugar, el cobre puro no funde bien en moldes; tiende a formar burbujas que alteran el resultado final. En segundo lugar, no existe el mineral de cobre puro; todos contienen, en mayor o menor proporción, restos de otros elementos. Las impurezas más comunes son el hierro, el arsénico, el antimonio, el plomo, el níquel y el bismuto, y cada

*De una realización perfecta, este carro ritual de bronce de 35 cm de longitud procede de una tumba austríaca que data del siglo VII antes de nuestra era. En él puede observarse a una diosa de pie que tiene sobre su cabeza un cuenco poco profundo; está flanqueada por servidores, algunos de ellos a caballo. Cada una de las partes fue primeramente moldeada y fundida, y después remachada y soldada al carro.*



uno de estos metales produce cobre de mejor o peor calidad. Una ínfima cantidad de bismuto, por ejemplo, es suficiente para que el cobre se haga quebradizo, mientras que grandes cantidades de plomo lo hacen blando. Por otra parte, la presencia de arsénico en el mineral de cobre reduce la absorción de gases que provoca la porosidad del molde de cobre, lo que asegura un producto mejor.

En el 3500 antes de nuestra era, un artífice del metal observador se habría dado cuenta de tales fenómenos. Aunque desconocedor de las razones de una tal diferencia entre los minerales del cobre, él, no obstante, habría elegido el uso de aquellos minerales que producían mejores fundiciones. Por lo tanto, las primeras aleaciones de bronce no fueron mezclas realizadas por el hombre, sino combinaciones naturales de metales. La aleación más frecuentemente utilizada era la compuesta de cobre y arsénico, no sólo por su superioridad, sino también a causa de la abundancia de minerales de cobre arsenicado en todo el Próximo Oriente. De hecho, cuando los metalistas del Oriente Próximo se dieron cuenta del valor específico del estaño, se encontraron en una situación delicada: el estaño era muy poco frecuente en sus lares.

El misterio permanece en lo relativo al momento preciso en que los bronce de cobre arsenicado cayeron en desuso, pero no es difícil imaginar la razón. La toxicidad de los gases emitidos por los minerales de cobre arsenicado durante el proceso de fundición debieron de causar la muerte a más de un metalista. En consecuencia, quizás los artículos mismos terminados llegaron a ser sospechosos.

Los bronce de estaño reemplazaron a los bronce arsenicados también por otras varias razones prácticas. Por una parte, la cantidad de arsénico en los minerales del cobre varía enormemente. Como esta diferencia no se hace visible en el mineral, tuvo que crear problemas a los primeros metalistas. Por otra parte, las ventajas de la aleación de cobre y arsénico

sobre los minerales de cobre relativamente puros debieron de estimular a los artífices del metal para experimentar con la adición de diversos elementos. Finalmente, uno de estos elementos, el estaño, reveló sus excelentes cualidades.

Los bronce a base de cobre y estaño son más fuertes y menos frágiles que los bronce a base de cobre y arsénico. En la tabla de correspondencia que muestra la dureza relativa de los metales, un bronce que contiene alrededor de un 10 % de estaño llega a la cifra de 90 después de su fundición, y su solidez puede ser elevada a 228 después del martillado. A título de comparación, el cobre posee una dureza de 50, una vez fundido, y de 128 después del martillado. En realidad, el bronce ordinario puede alcanzar la dureza del acero ligero y proporcionaba a los metalistas un material mucho más duradero que el cobre o la piedra. Además, el bronce podía ser retrabajado una vez doblado o abollado y, en el caso de un hacha o un cuchillo, podía ser afilado con facilidad. Azuelas, cinceles, martillos y punzones de bronce revolucionaron pronto el arte de la carpintería y los ricos rivalizaban entre sí para poseer vasijas y armas con que equipar sus casas y a sus guardianes, y para llevárselos consigo a la tumba.

En todo el Próximo Oriente, desde alrededor del 3000 antes de nuestra era en adelante, los gobernantes eran enterrados junto con objetos de bronce, además de los de oro y plata. Una de las necrópolis más fastuosas es el Cementerio Real de Ur, situado en la parte baja del Eufrates, donde, entre terroríficos ritos funerarios, las familias gobernantes de Sumer fueron enterradas en el tercer milenio antes de nuestra era. Cuando un rey sumerio moría, debía morir también la mayor parte de los que le habían servido. Soldados con sus uniformes, cortesanas con sus más suntuosos vestidos, sirvientes de la casa, conductores con sus carros tirados por bueyes, músicos con sus arpas y liras acompañaban el cuerpo



del gobernante hasta la tumba y, a una señal dada, ingerían veneno. En una sola tumba, los restos de unos sesenta hombres y mujeres atestiguan esta práctica.

Los artefactos de bronce encontrados en el Cementerio Real de Ur son impresionantes ejemplos del arte de los trabajadores del metal. Pero su importancia radica también en el hecho de que están hechos de verdadero bronce, es decir, una aleación de cobre y estaño que contiene, en este caso, entre el 10 y 15 % de estaño.

La presencia de este tipo de bronce en las tumbas de Ur es realmente misteriosa. No hay yacimientos de estaño en el Próximo Oriente, y ninguna prueba de que en el tercer milenio antes de nuestra era hubiera rutas comerciales entre Sumer y los depósitos de estaño de Bohemia y Hungría, fuente de aprovisionamiento de las posteriores generaciones de metalistas del Próximo Oriente. ¿De dónde, pues, procedía el estaño utilizado en Ur? Algunos arqueólogos creen que en un tiempo quizás existieron yacimientos de estaño en los montes Zagros, en el borde oriental de la llanura mesopotámica, depósitos que actualmente están exhaustos, exactamente igual a como antes de 1849 las pepitas de oro eran muy abundantes en los lechos de los ríos de California. Otros creen que el estaño utilizado en los bronce de Ur procedía, a pesar de todo, de Europa, y que existían relaciones comerciales entre Mesopotamia y Europa central ya en el 2500 antes de nuestra era. Otros, aún, creen que el estaño procedía de las laderas meridionales del Cáucaso, lo que ahora es Armenia, hipótesis que parece más probable.

Las altas planicies caucasicas donde los sumerios se aprovisionaban de cobre eran también ricas en estaño. Además, hay pruebas del comercio entre Sumer y el Cáucaso. Algunas sepulturas de Ur contienen alfileres del Cáucaso con cabeza plana en forma de pala para abrochar los vestidos. Es lógico, pues, pensar que el estaño caucasicano fue trasladado hacia

el sur junto con otros artículos de comercio, quizás en forma de lingotes de bronce fundido, puesto que los caucasicanos, además de mineros, eran prodigiosos metalistas. Se ha sugerido que estos habitantes de las montañas inventaron el bronce, una teoría basada en el hecho de que la malaquita y la casiterita, los dos minerales más comunes del cobre y del estaño, a menudo aparecen juntos en las tierras montañosas del Cáucaso; quizás fueron fundidos juntos accidentalmente por algún metalista caucasicano, cosa que condujo al descubrimiento del bronce.

Ur, desde luego, no era la única ciudad que necesitaba estaño. En las otras ciudades-estado de Sumer y del Próximo Oriente los príncipes autocráticos mantenían a los trabajadores del metal permanentemente ocupados. Los bronce de Susa, capital del poderoso reino elamita situado en el extremo oriental de la llanura mesopotámica, eran famosos por su originalidad estilística. En Anatolia central, las tumbas reales de los gobernantes prehititas de Alaça Hüyük eran ricas en objetos funerarios de metal, sobre todo en ciervos de bronce finamente trabajados. En las costas occidentales de Anatolia, el arqueólogo Heinrich Schliemann, excavando en el siglo XIX la ciudad de Troya, encontró un tesoro en el segundo nivel de la ciudad, fechable en el 2400 antes de nuestra era. Junto con objetos de oro, plata y cobre, el escondrijo contenía un gran número de vasijas y armas de bronce incrustadas con lapislázuli, ámbar y marfil.

La presencia de tal cantidad de objetos de bronce en el Próximo Oriente, donde el estaño es tan escaso, subraya la creciente importancia del comercio, que incitaba a los comerciantes del Próximo Oriente a abandonar la Cuna de la Civilización y partir a la conquista de los mundos desconocidos del Mediterráneo occidental y, a través de la ruta fluvial del Danubio, llegar hasta el corazón de Europa.

Hacia el 2000 antes de nuestra era esta red comercial se extendía desde Afganistán, al este, hasta Espa-



## La Cueva del Tesoro

En lo más profundo de una de las numerosas cuevas que se abren en los flancos de las montañas que rodean el Mar Muerto, en Israel, un grupo de arqueólogos israelíes, en una excavación realizada en 1961, dieron con un inestimable hallazgo histórico: un tesoro de objetos de metal de 5.000 años de antigüedad.

La llegada a la cueva había sido difícil: está a unos 200 m sobre el valle (*de-recha*). Pero, una vez dentro, los arqueólogos pronto comprendieron la importancia de su hallazgo. Esparcidos por el suelo había piezas y fragmentos de cerámica, objetos de piel, vestidos y otros restos abandonados por unos refugiados judíos que huían de los romanos en el año 70 de nuestra era. Una posterior investigación reveló una ocupación mucho más antigua. Fue así que, en un declive natural, cubierto por una losa de piedra, fue descubierto el tesoro propiamente dicho (*lámina opuesta*). Consistía en más de 400 objetos —coronas, estandartes, puntas de maza y otros objetos ceremoniales— construidos todos, a excepción de 13 de ellos, con cobre arseniado, una de las más antiguas aleaciones realizadas por el hombre.

Las preguntas que atormentaban a los arqueólogos permanecen aún sin respuesta. ¿Quiénes fueron los propietarios de este tesoro? ¿Por qué lo escondieron tan cuidadosamente? ¿Por qué no volvieron a la cueva a por él?

*La entrada a la Cueva del Tesoro es únicamente accesible descendiendo por una escalera de cuerda suspendida desde la cima del acantilado. En la fotografía, uno de los cuatro responsables de la expedición desciende mientras dos asistentes sujetan la escalera. En la antigüedad el acceso a la cueva era probablemente más fácil, puesto que aún hoy son visibles los restos de un sendero que bordea el acantilado.*





Parte del tesoro aparece en la fotografía de abajo tal como fue encontrado, todavía envuelto en una estera de paja. La corona de bronce de la derecha, rematada en su parte superior con toscos pájaros e hilos enrollados, es una de las diez coronas encontradas en el tesoro de la cueva. Se desconoce cómo era usada la corona y por quién, pero sus decoraciones evocan las de los osarios, por lo que se cree que tuvo algún significado religioso.





ña, Sicilia y Cerdeña, al oeste, y se dirigía hacia el norte, a través de Europa, hasta las costas del Báltico. Los arqueólogos han encontrado cuentas de fayenza egipcias en tumbas cerca de Odessa, en un antiguo cementerio al este de Rumania, en establecimientos a lo largo del Vístula en Polonia y Ucrania y en sepulturas cerca de Viena. Hace algunos años, bajo una piedra, en un bosque de Lituania, se encontró una pequeña figura de bronce que representaba un hombre. Con un sombrero cónico, en elegante actitud de marcha con el brazo derecho levantado, la figura fue de hecho importada del Próximo Oriente, unos 2.300 km hacia el sur. Había sido llevada a Lituania hacia el 1400 antes de nuestra era, posiblemente intercambiada por ámbar del Báltico.

En este floreciente mundo del comercio, el estaño desempeñaba un importante papel. Sabiendo que sus clientes estaban ansiosos del metal, los comerciantes de Siria y de las ciudades-estado de Mesopotamia y de Anatolia establecieron lazos comerciales con los centros mineros de Chipre, de España y de Bohemia. Con ello influyeron sobre las poblaciones indígenas y a su vez fueron influidos por ellas. Gracias a este tipo de contactos y a la habilidad de que hicieron gala los metalistas europeos, la Edad del Bronce se instaló finalmente en Europa. En sus manos el bronce adquirió un carácter distinto, y, así como modelaron el metal según sus propias necesidades, los europeos se dejaron también modelar por el metal.

Entre los más antiguos trabajadores del metal europeos hay que mencionar al pueblo del vaso campaniforme, así llamado por los característicos recipientes de arcilla en forma de campana que enterraban junto con sus muertos. Mercaderes y comerciantes recorrieron Europa en todos los sentidos desde el 2500 antes de nuestra era. Nadie sabe con seguridad de dónde procedían originariamente, pero todo induce a creer que fue de España. Excelentes ceramistas y fundidores, no emplearon el bronce, aunque

sabían fundir y temprar el cobre. A cualquier lugar que fuesen, los metalistas del vaso campaniforme trabajaban como caldereros y fabricaban cuchillos, puntas de lanza, martillos y hachas para los habitantes de los territorios por los que pasaban. A veces dejaban tras de sí, en escondrijos subterráneos, mineral y productos acabados, con la intención —como los refugiados de la Cueva del Tesoro— de recogerlos en su próxima visita.

Los pueblos del vaso campaniforme se aventuraron hacia el este hasta Polonia y hacia el norte hasta Escandinavia y las Islas Británicas, donde construyeron una de las primeras versiones de Stonehenge. Se mezclaron con los pueblos autóctonos que encontraron. Sus huesos, junto con sus recipientes y otros artefactos característicos, han aparecido en los cementerios de grupos con los cuales no estaban emparentados en absoluto. Favoreciendo la relación de los distintos pueblos de Europa y difundiendo en todas direcciones su conocimiento de los metales, los pueblos del vaso campaniforme prepararon a Europa para el advenimiento de una nueva era.

Hacia el 1800 antes de nuestra era el pueblo del vaso campaniforme había sido totalmente asimilado y otro grupo de gentes contribuyó al desarrollo de la Europa de la Edad del Bronce que estaba emergiendo: los uneticienses, así llamados por el poblado descubierto cerca de Praga —Unetice— donde se encontró un gran número de artefactos de metal. Desde su centro en los Cárpatos, se extendieron siguiendo los fértiles valles de Bohemia, Moravia, Silesia, Sajonia, Baviera y Renania. A diferencia de los pueblos del vaso campaniforme, el pueblo de Unetice llevó una existencia bastante sedentaria. Eran esencialmente agricultores y vivieron en pequeños poblados rodeados de campos y pastos, gobernados por los ancianos y los jefes de la tribu. Conocían los metales —cómo licuarlos y fundirlos— porque las montañas de Bohemia y de los Cárpatos eran ricas





#### **Una estatua amenazante**

*Inequívocamente regia, esta estatua, de 1,20 m de altura, de la reina elamita Napir-Asu (arriba), data del segundo milenio antes de nuestra era y está considerada como uno de los más bellos bronce de la prehistoria. Utilizando el método de la cera perdida (páginas 78-79), el escultor lo moldeó con gran atención a los detalles. Se pueden ver (izquierda) las manos cuidadosamente modeladas y los complejos dibujos del vestido. Una inscripción grabada en la base de la estatua predice todas las desgracias al que mutile la figura. Aun así, la figura ha perdido su cabeza.*





*Estos alfileres rectos con diversos adornos (izquierda) abrochaban los vestidos de los europeos de la Edad del Bronce. Cuando alguien pensó en doblar sobre sí mismo el alfiler a fin de asegurar un extremo con un gancho, se inventó la fibula (abajo).*

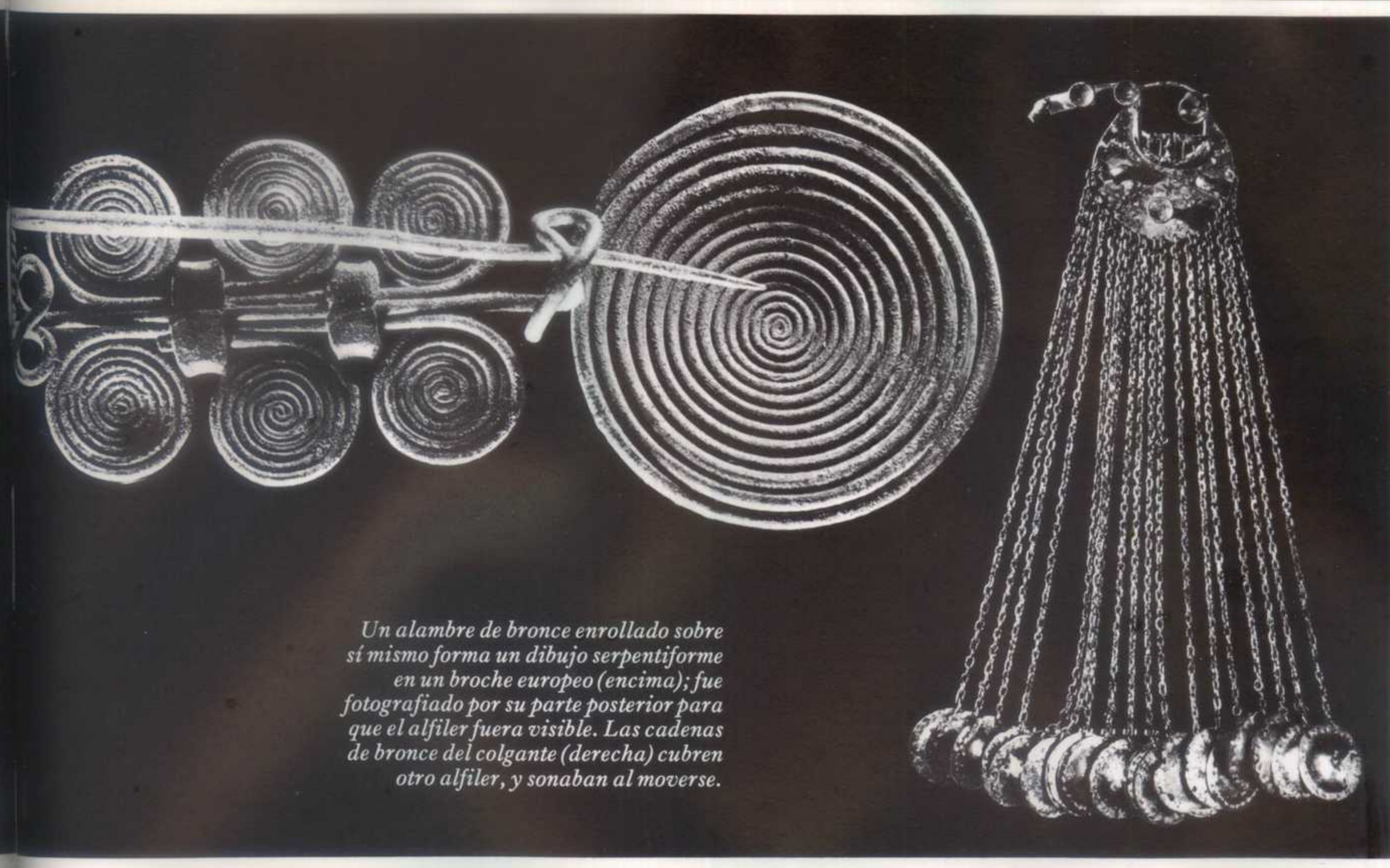
en cobre, estaño y oro. El metalista de Unetice fue, en realidad, un especialista: uno de estos raros individuos que, aunque miembros de una sociedad agrícola, estaban exentos de las tareas propias de la agricultura.

Gracias al profundo conocimiento de los metales, los uneticienses fundaron una industria del bronce. Fueron estimulados, en parte, por su situación, en el cruce de varias rutas comerciales. En efecto, una de las principales rutas de comercio del Antiguo Mundo conducía, a través del Paso de Brenner, desde la costa adriática, cruzando el territorio de Unetice, hacia el ámbar de la costa del Báltico. Otra ruta seguía el Danubio a través de Bohemia y se dirigía al oeste a través de Europa, hasta la costa atlántica y las Islas Británicas, es decir, a los yacimientos de cobre y de estaño de Cornualles y al oro de Irlanda. Por lo que parece, los mercaderes itinerantes introdujeron a las gentes de Unetice en los misterios de la elaboración del bronce; y, ciertamente, les proporcionaron un mercado completamente nuevo para los productos

de metal y un repertorio de sus propias armas, útiles y joyería para copiar. Los alfileres, anillos y adornos de bronce de Unetice poseen a menudo un estilo idéntico a los de Sumer, Troya y Chipre. Realmente, un artículo, un aro para el cuello o torques similar a los tipos encontrados en Siria, fue fabricado por los artífices de Unetice en tal abundancia y distribuido sobre un área tan amplia que se convirtió en una especie de moneda de cambio. Las torques de bronce fueron en efecto intercambiadas por cuentas de fayenza, por ámbar, por oro y por pieles.

Pero los mercaderes del Próximo Oriente no fueron los únicos clientes de los metalistas de Unetice. Sus alfileres se han encontrado en tumbas de Wessex, Inglaterra, y sus hachas de combate han aparecido en regiones tan nórdicas como Suecia. Además, aunque los metalistas de Unetice quizás no fueron tan artísticos como sus iguales del Próximo Oriente, fueron mucho menos conservadores. Mientras que los artífices del Próximo Oriente continuaron produciendo el mismo tipo de útiles y de armas durante cientos





*Un alambre de bronce enrollado sobre sí mismo forma un dibujo serpentiforme en un broche europeo (encima); fue fotografiado por su parte posterior para que el alfiler fuera visible. Las cadenas de bronce del colgante (derecha) cubren otro alfiler, y sonaban al moverse.*

e incluso miles de años, los de Unetice se mantuvieron abiertos a nuevas ideas. Cuando veían algo que les gustaba, lo adoptaban rápidamente. De Irlanda, por ejemplo, copiaron la alabarda, especie de puñal fijado sobre un palo que destacó como un arma extraordinariamente eficaz. Las alabardas fabricadas por los artífices de Unetice viajaron hasta Micenas, donde han aparecido varias de ellas en sepulturas.

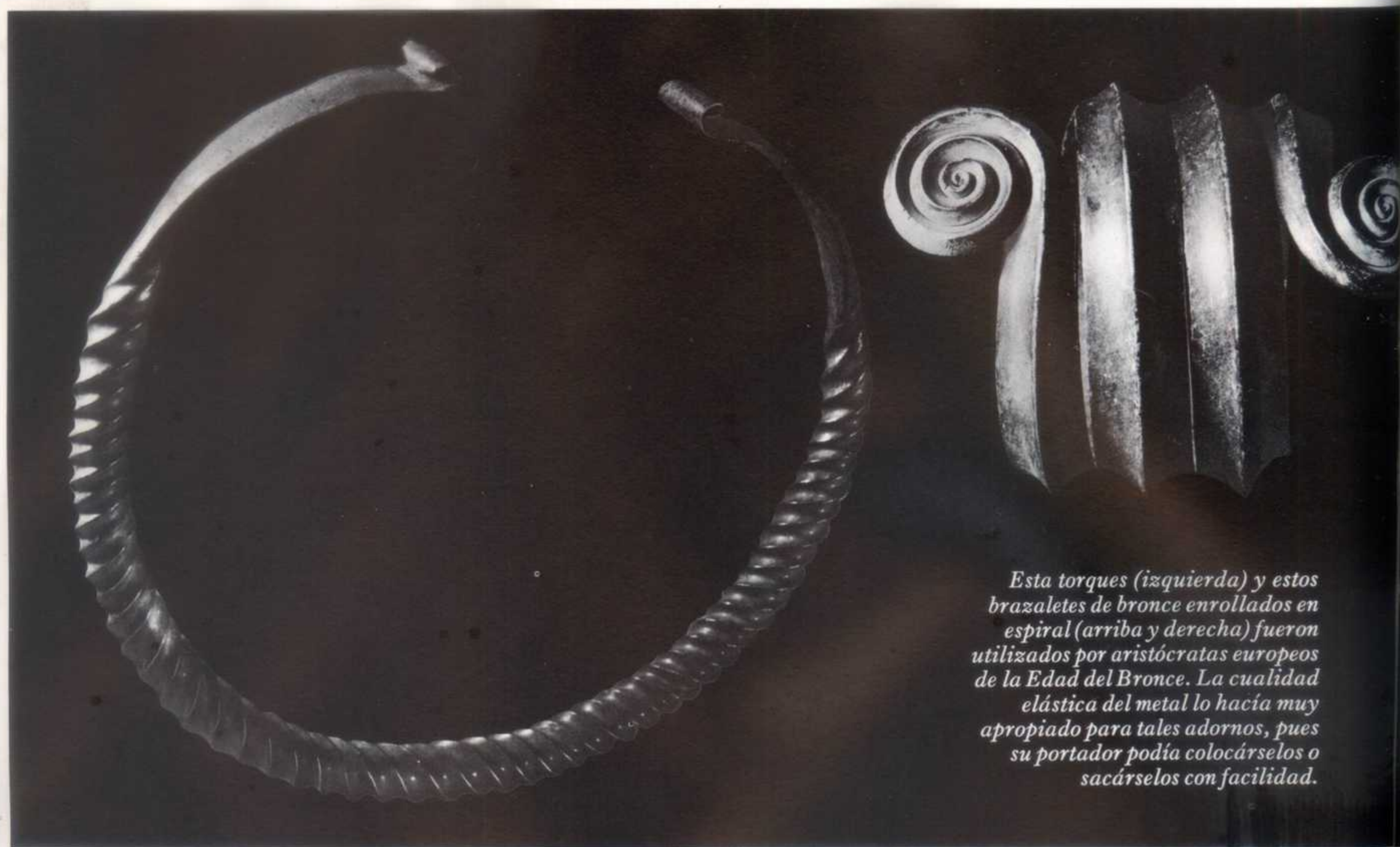
A todo esto hay que añadir que los uneticienses supieron mejorar sus técnicas de fabricación del metal y los diseños de útiles. Una de las innovaciones de más éxito fue el hacha de bordes elevados o salientes, cuya finalidad consistía en reforzar la hoja y hacerla más fácil de montar sobre un mango. Los metalistas de Unetice incorporaron estos bordes en el molde en que fundían el hacha. Moldeando los rebordes en vez de construirlos por martillado, racionalizaron y aceleraron la producción, llevando el hacha al alcance, si no del hombre común, por lo menos de un público mucho más amplio. Los reyes y jefes de tribu continuaron siendo los principales clien-

tes de los metalistas, pero los europeos ordinarios podían también solicitar sus servicios. Por ejemplo, mientras en Egipto los campesinos cosechaban todavía el grano con hoces de piedra, los agricultores de Unetice lo segaban ya con ayuda de hojas de bronce.

La metalurgia y el comercio enriquecieron a las gentes de Unetice y cambiaron su estilo de vida. Hacia el 1500 antes de nuestra era, la mayoría de sus poblados agrícolas se habían convertido en ciudades fortificadas, construidas en lo alto de las colinas y rodeadas de fosos y murallas que les protegían de los merodeadores. La vida dentro de las ciudades estaba mejor organizada. El jefe de tribu y su consejo de ancianos tenían ahora la responsabilidad de supervisar el comercio, además de los trabajos agrícolas y el cuidado del ganado. Parte de aquella responsabilidad estaba probablemente relacionada con almacenar e inventariar los productos de metal comerciables de la ciudad, en resumen, una especie de operación bancaria.

El lujo que derrochaban los jefes estaba aún lejos





*Esta torques (izquierda) y estos brazaletes de bronce enrollados en espiral (arriba y derecha) fueron utilizados por aristócratas europeos de la Edad del Bronce. La cualidad elástica del metal lo hacía muy apropiado para tales adornos, pues su portador podía colocárselos o sacárselos con facilidad.*

de igualar al de la nobleza del Próximo Oriente. Con todo, su tren de vida fue claramente superior al de sus vecinos europeos. En diferentes lugares de la cultura de Unetice, los arqueólogos han exhumado agujas de tricotar, y en uno de ellos descubrieron los restos de un complicado telar. También encontraron restos de tejido que muy bien pudo haber sido confeccionado en él: una mezcla de lana y lino. Un colador de cerámica, aparentemente destinado a separar el requesón de la leche, nos sugiere la producción de queso y, en los corrales, los huesos de animales muestran que los granjeros de Unetice criaron cerdos y caballos, además de ovejas y bueyes.

Hacia el 1500 antes de nuestra era, la cultura de Unetice predominaba en Europa. Su influencia se extendió sobre un vasto territorio —desde el Rin hasta el río Dniéper, en Ucrania— y sus logros les pusieron en relación con otros pueblos, de los que adoptaron nuevos rasgos culturales, entre ellos el nuevo procedimiento de inhumación. En vez de ser enterrado bajo tierra, como desde hacía tiempo había sido

la costumbre, el muerto ahora era extendido sobre el suelo, bajo un montón de piedras y de tierra. Estas sepulturas, o túmulos funerarios, dieron nombre a los pueblos que las adoptaron y al período correspondiente.

El período de los túmulos duró sólo doscientos años, desde aproximadamente el 1450 hasta el 1250 antes de nuestra era. Aunque los túmulos funerarios se encuentran desde Francia hasta Polonia, la cultura de los túmulos es algo misteriosa. Algunos arqueólogos creen que estos pueblos pudieron ser adoradores del Sol, teoría basada en el diseño cruciforme de algunos adornos incluidos como ofrendas funerarias. En todo caso, está claro que los miembros más importantes de su sociedad eran escoltados hasta la otra vida con una ceremonia sin igual.

Para el enterramiento de un jefe, las ceremonias debieron durar varios días, a juzgar por la evidencia de los espesos depósitos de larvas de moscas encontrados entre los restos óseos. Se quemaba incienso en antorchas, quizás para disimular los olores, y los





animales sacrificados como ofrenda fueron quemados allí. Parece que en raras ocasiones fueron también sacrificados la esposa y los hijos del jefe.

Las tumbas contienen una gran riqueza de objetos de bronce, lo que demuestra que las gentes de la cultura de los túmulos perpetuó el saber de los metalistas de Unetice. Las mujeres eran enterradas con diademas de bronce, con toda clase de alfileres de bronce con cabezas grabadas o decoradas con filigranas, anillos de bronce para los dedos de las manos y de los pies, cinturones de bronce incrustados con complicados motivos geométricos, corazas de bronce repujadas y brazaletes de bronce que subían en espiral desde la muñeca hasta el codo (*páginas 62-65*).

Los jefes, adornados también con joyas suntuosas, fueron enterrados con dagas, navajas de afeitar, puñales y espadas de bronce de diversas formas y medidas de hoja. Algunas de estas armas eran alargadas; otras eran cortas y gruesas, con nervaduras centrales para aumentar su fuerza. Las empuñaduras estaban a veces aseguradas con remaches, a ve-

ces fundidas en una sola pieza junto con la hoja; algunas de ellas estaban incluso minuciosamente trabajadas e incrustadas de oro y piedras preciosas.

El carácter marcial de tales objetos subraya tanto el avance obtenido en el arte de la guerra como en el de la metalurgia. Realmente, los metalistas de la cultura de los túmulos contribuyeron considerablemente a la guerra; idearon una punta de bronce para lanzas y flechas que pronto reemplazó a la punta de sílex tradicional. Más fuerte que la piedra, la punta de bronce tenía una forma más elaborada. Estaba fundida de manera que el extremo final presentaba un hueco de enlace con el mango; y el hueco mismo era estriado, lo que permitía fijarlo al mango más firmemente.

Hacia el 1250 antes de nuestra era empezó a aparecer en Europa un nuevo rito funerario, reflejo de otro tipo de sociedad. Los cuerpos de los difuntos eran incinerados y las cenizas recogidas en urnas que se guardaban en cementerios; uno de ellos contenía 1.800 urnas. De esta costumbre deriva su denomi-



nación de pueblos de los campos de urnas. Su cultura se difundió sobre todo por la Europa del Este, en la Polonia y Checoslovaquia actuales.

Hace quinientos años, cuando fueron descubiertas sus necrópolis, un escritor polaco llamado Jan Dlugosz describió el acontecimiento como algo milagroso: "En el pueblo de Nochow, cerca de Szrem, y en el pueblo de Kozielsk, cerca de Lekno, cuencos de diferentes tamaños y formas están creciendo por sí mismos, sin intervención del hombre. Son blandos mientras están en tierra, en sus agujeros de origen, pero, una vez extraídos, se endurecen al contacto con el aire y el sol, haciéndose consistentes."

Dlugosz no podía conocer el verdadero significado de estos hallazgos, a saber, que estos cuencos descubiertos por los campesinos que cavaban la tierra tenían una antigüedad de siglos, no de días. Y, por lo tanto, él no podía comprender que las urnas, después de haber permanecido en la tierra húmeda durante todos aquellos años, estaban impregnadas de humedad y se secaban al contacto con el aire. Los modernos arqueólogos, por supuesto, saben más, y a medida que van sacando a la luz más y más restos, se asombran ante la evidente vitalidad de las gentes de los campos de urnas. Los miembros de la cultura de los campos de urnas han sido identificados como los antecesores de los celtas de Europa occidental, de los etruscos y romanos en la península italiana, de los frigios e ilirios que abandonaron los Balcanes para participar, con los piratas de las costas del Mediterráneo, en la destrucción de las grandes civilizaciones del Egeo y del Próximo Oriente. Aunque no todo esto pueda ser verdad, cuando menos en su expansión a través de Europa marcaron su indeleble huella en todos estos diferentes pueblos.

Sin embargo, parece que su contacto condujo a menudo a la violencia. El período de los campos de urnas estuvo marcado por frecuentes guerras, muy probablemente debidas al deseo de expansión de al-

gunos pueblos, pero quizás también por diferencias religiosas. (La adopción de una nueva práctica funeraria implica un cambio de culto divino, o por lo menos del dogma religioso.) Cuando la población europea creció y se hizo patente el problema de la subsistencia, cada vez era mayor la competencia por la posesión de mejores tierras. En el 1200 antes de nuestra era parece que los europeos estaban preocupados ya por el espacio vital. Cualquiera que fuera la causa, la guerra fue un factor vital en la sociedad de los campos de urnas y diversos pueblos se recluyeron en ciudades fortificadas.

El más famoso establecimiento de campos de urnas —de donde fueron desenterrados numerosos artefactos de metal— fue encontrado hacia 1920 en una turbera de una isla del lago Federsee, en Württemberg, Alemania. El pantano había conservado las fortificaciones, consistentes en dos empalizadas de estacas de pino, una en la ribera, y la otra más allá, en las aguas del lago. La empalizada exterior era una obra maciza, en algunos puntos de hasta 1,20 m de espesor y 3 de altura. Siete puentes conectaban las dos líneas de fortificaciones, y la empalizada exterior tenía dos entradas desde el lago, cada una defendida por torres vigía.

Los habitantes de Federsee eran esencialmente agricultores, pero debían de ser lo suficientemente ricos como para poseer objetos de bronce. En Federsee los arqueólogos encontraron hachas, cinceles, lanzas y cuchillos de bronce, brazaletes y alfileres de bronce y una cadena de bronce. En otros lugares de campos de urnas diseminados por toda Europa, el peso total de los objetos de bronce enterrados alcanza varios miles de kilos.

Para proporcionarse el metal necesario para fabricar tal cantidad de objetos de bronce, los hombres debieron practicar una prospección mucho más sistemática que hasta entonces. Y a medida que los minerales de superficie se agotaban, tuvieron que



## Entretenimientos en la Europa de la Edad del Bronce

Estos recipientes de bronce encontrados en Yugoslavia y en el norte de Italia arrojan algunos rayos de luz sobre cómo era la vida en Europa central durante el siglo VI antes de nuestra era. Conocidos con el nombre de *situlae* (denominación latina que significa calderos), representan —como el de abajo, procedente de Vace, Yugoslavia— las sofisticadas diversiones a las que pudieron entregarse los habitantes de esta región. También suponen un alto grado de artesanía; en las páginas siguientes se reproducen escenas de algunos de tales vasos.



*Esta situla de bronce lleva tres escenas martilladas en relieve. De arriba abajo, hombres con caballos, un banquete y un león y un ciervo.*





*Honrando a un huésped del banquete, un siervo le ofrece comida. Sus vestidos punteados sugieren una tela dibujada o andrajosa.*



*Dos músicos de frente sobre un lecho artísticamente grabado. Sobre ellos pende una situla, tal vez con algo para beber.*



*Un noble agita el aire con su abanico.*



*Dos litigantes contienden con pesas para obtener un yelmo con penacho.*





*Hombres y mujeres (arriba) llevan presentes para los dioses, mientras unos cazadores (abajo), escoltados por su perro, llevan un ciervo muerto.*



excavar túneles en la tierra. Una actividad minera en profundidad, y la calidad de los minerales extraídos, planteó serios problemas. En primer lugar, los minerales que yacen bajo tierra son mucho más complejos que los minerales de superficie; contienen azufre, que debe ser extraído mediante un proceso llamado torrefacción antes de que el mineral pueda ser fundido. Además, el mismo pozo de la mina y el trabajo a realizar en su interior tenían que ser cuidadosamente planeados. Se necesitaban puntales para evitar la caída de las paredes y del techo de las galerías, y las aguas que se filtraban amenazaban con inundar el pozo. Para extraer el mineral de una pared, lo más simple era encender un fuego y aplicarlo contra el mineral, y después remojarlo con agua fría; esta operación fragmentaba el mineral, y el minero podía extraerlo con ayuda de su martillo y del pico.

La aplicación del fuego sobre la pared, por supuesto, tenía que hacerse mientras los mineros no trabajaban, de modo que el aire de la mina fuera respirable cuando ellos volvían a entrar en el pozo. Hacía falta también una constante organización para el aprovisionamiento de combustible y agua. Esta última procedía a menudo de un sumidero situado en el fondo de la mina. El combustible procedía del bosque que cubría las laderas cercanas. En cualquier tipo de operación minera, pues, los hacheros formaban parte importante del equipo minero.

La riqueza de un depósito de minerales condicionaba el tamaño y la complejidad de la extracción. Algunos depósitos debieron de ser verdaderamente ricos. En Mitterberg, en los Alpes austríacos, se han contado no menos de 32 minas en un espacio de 1,5 km poco más o menos. Forman parte de una industria de producción sistemática de cobre que hacia el 800 antes de nuestra era permitió que los bronceístas europeos dispusieran de unas 17.000 toneladas de cobre fundido. Las minas penetran la

montaña hasta unos 120 metros de profundidad. En una época estuvieron provistas de plataformas de madera por las que circulaban carretas de madera que introducían el maderaje en el interior de la mina y sacaban el mineral a la superficie. En el exterior había lugares de trabajo donde el mineral era almacenado y machacado y luego pulverizado con martillos y molinos de piedra. El mineral pulverizado era entonces lavado en artesa de madera alimentadas por las aguas de los torrentes vecinos, y después era transportado a una serie de hornos de torrefacción y fundición contruidos sobre una plataforma de piedra de unos 12 m de longitud y 1,5 de anchura.

Los expertos dicen que todas estas diversas operaciones —extracción del mineral y todo el procesado posterior— requirieron probablemente los servicios de unos 180 hombres para cada una de las 32 minas. Se puede calcular que 40 eran mineros, 60 cortaban madera, 20 preparaban el mineral para calcinarlo y fundirlo y 30 alimentaban los hornos. A ellos hay que añadir una treintena de hombres que actuaban de porteros, guardianes o conductores de los carros tirados por bueyes que transportaban el cobre fundido al valle. La mayoría del equipo dormía probablemente en un campamento temporal emplazado cerca de la mina. Pero sus verdaderos hogares estaban indudablemente en poblados agrícolas del valle, a donde regresaban cuando habían cumplido su trabajo como mineros.

En las minas de Mitterberg, el producto final era una tosca torta de bronce fundido que los mineros transportaban a algún otro lugar para fundirla en lingotes o para convertirla en productos de bronce manufacturados. Pero en otros lugares mineros hay pruebas de la existencia de instalaciones capaces de convertir los lingotes en artículos acabados.

Una antigua mina de cobre del distrito de Koszeg, en Hungría, poseía un taller de fundición. Al excavar el lugar, los arqueólogos encontraron tortas y lingo-



tes de metal, trozos de bronce y toberas de arcilla que se aplicaban a los fuelles para avivar el fuego del horno. Encontraron también las matrices de arcilla de los moldes utilizados para moldear los agujeros del mango para útiles de bronce, un crisol de arcilla y más de 50 moldes de piedra, la mayoría de los cuales habían servido para cabezas de maza y alfileres de adorno. Los útiles de la antigua Hungría que servían para trabajar el metal incluían punzones para puntear motivos, limas para suavizar los toscos bordes y yunques y martillos para convertir láminas planas de bronce en corazas y yelmos.

Es probable que el taller de Koszeg manufacturara los productos acabados que los comerciantes transportaban en sus fardos. Pero ésta no era la única forma en que el metal fundido salía de este tipo de taller; a veces era fundido en lingotes, en forma de barras, de torques y de dobles hachas. De esta manera los metalistas itinerantes podían refundir después las barras para atender los encargos de los ricos, decorando los artículos con diversos motivos de su propia inspiración o a gusto de sus clientes. Algunos de estos forjadores itinerantes se establecieron en las grandes localidades durante varios años, permaneciendo en ellas hasta que el trabajo se lo permitía.

Para estos ricos señores, el broncista de los campos de urnas lo hizo todo, desde los delicados alfileres hasta las macizas espadas, cuya factura precisó todo su sentido artístico y toda su experiencia. El podía hacer girar un alambre de bronce hasta convertirlo en ingeniosos broches de resorte (*página 62*). Era capaz de modelar, mediante diferentes golpes de martillo, una lámina de bronce y darle forma hasta que se ajustara al torso de un individuo. Supo dominar el arte del fundido a la cera perdida, la más compleja técnica de moldeo (*páginas 78-79*).

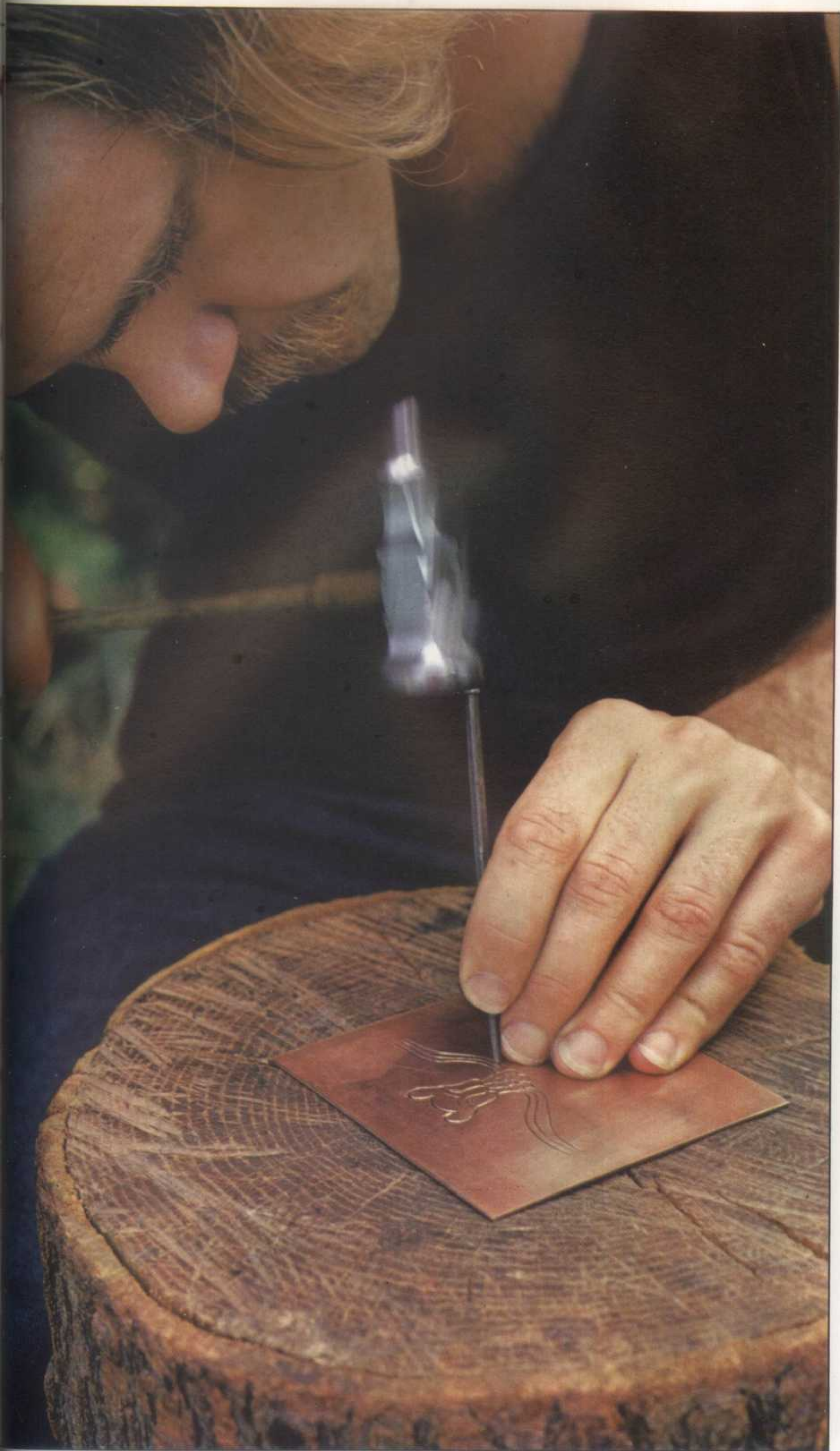
Gracias a tales habilidades, el artífice de la cultura

de los campos de urnas creó útiles de todo tipo de la mejor calidad: hachas de bronce suficientemente fuertes para talar árboles; arados de bronce para surcar la tierra; picos y mazas de bronce que facilitaban la extracción de los minerales; gubias y cinceles de bronce suficientemente resistentes para trabajar madera de roble y obtener radios para ruedas de carro; yunques de bronce sobre los que modelar láminas de bronce que, a su vez, eran colocadas en torno a los cubos de la rueda para mantener fijos los radios.

Sin embargo, las mejores creaciones que hizo para sus clientes fueron las magníficas armas. No es una casualidad el que la Edad del Bronce de Europa esté marcada por períodos de guerra. Con su don especial para la innovación, adaptando y explotando todas las fuentes disponibles, los trabajadores del metal de los campos de urnas pusieron el bronce al alcance de un público mucho más amplio y proporcionaron a los hombres un nuevo y peligroso medio de apoyar sus argumentos.

A lo largo de la costa egea y a través del Mar de Irlanda, los hombres pudieron entonces avanzar contra sus enemigos protegidos con armaduras de bronce, montados sobre caballos controlados con bocado de bronce y herrajes de brida de diseño danubiano, empuñando lanzas y puñales de bronce fabricados en los talleres de los campos de urnas y, muy particularmente, empuñando una espada extraordinariamente afilada en la que el broncista de los campos de urnas había puesto todo su talento. Provista de fuerte hoja, sólidamente asegurada a su mango, la afilada espada de los campos de urnas convirtió a los campesinos en héroes dignos de ser cantados por los bardos. Los metales alteraron profundamente la sociedad humana, pero habrá que esperar a la Edad del Hierro para que ellos beneficien directamente al hombre común.





## Técnicas tradicionales para trabajar el metal

Los más antiguos métodos humanos para trabajar el metal permanecen aún inigualados. Ninguna máquina o producción en serie puede conseguir un recipiente o un broche que tenga la elegancia y la individualidad de una pieza trabajada a mano.

No obstante, cincelar un dibujo en una placa es un arte menospreciado (*izquierda*). Sólo los artesanos más dedicados aprenden aún pacientemente tales técnicas y llegan a crear piezas comparables a los tesoros descubiertos por los arqueólogos en tumbas donde fueron enterrados los monarcas y la nobleza de Sumer y de Egipto.

A esta categoría de concienzudos artistas pertenecen los tres orfebres cuyo dominio de las antiguas artes se describe en estas páginas. Aunque algunos de sus utensilios son modernos, sus métodos no difieren de los que utilizaron los artífices que trabajaron hace 3.000 años.

*El orfebre Bob Ebendorf utiliza la técnica llamada de cincelado plano para decorar una placa de cobre con la figura de un pájaro con las alas desplegadas. Utilizando un martillo y un punzón de punta redondeada, esboza primero su figura con una serie de muescas solapadas. Después, con una variedad de útiles, completa el dibujo y sombrea el motivo; cada útil deja su marca, desde pequeños puntos de alfiler hasta anchas ranuras.*



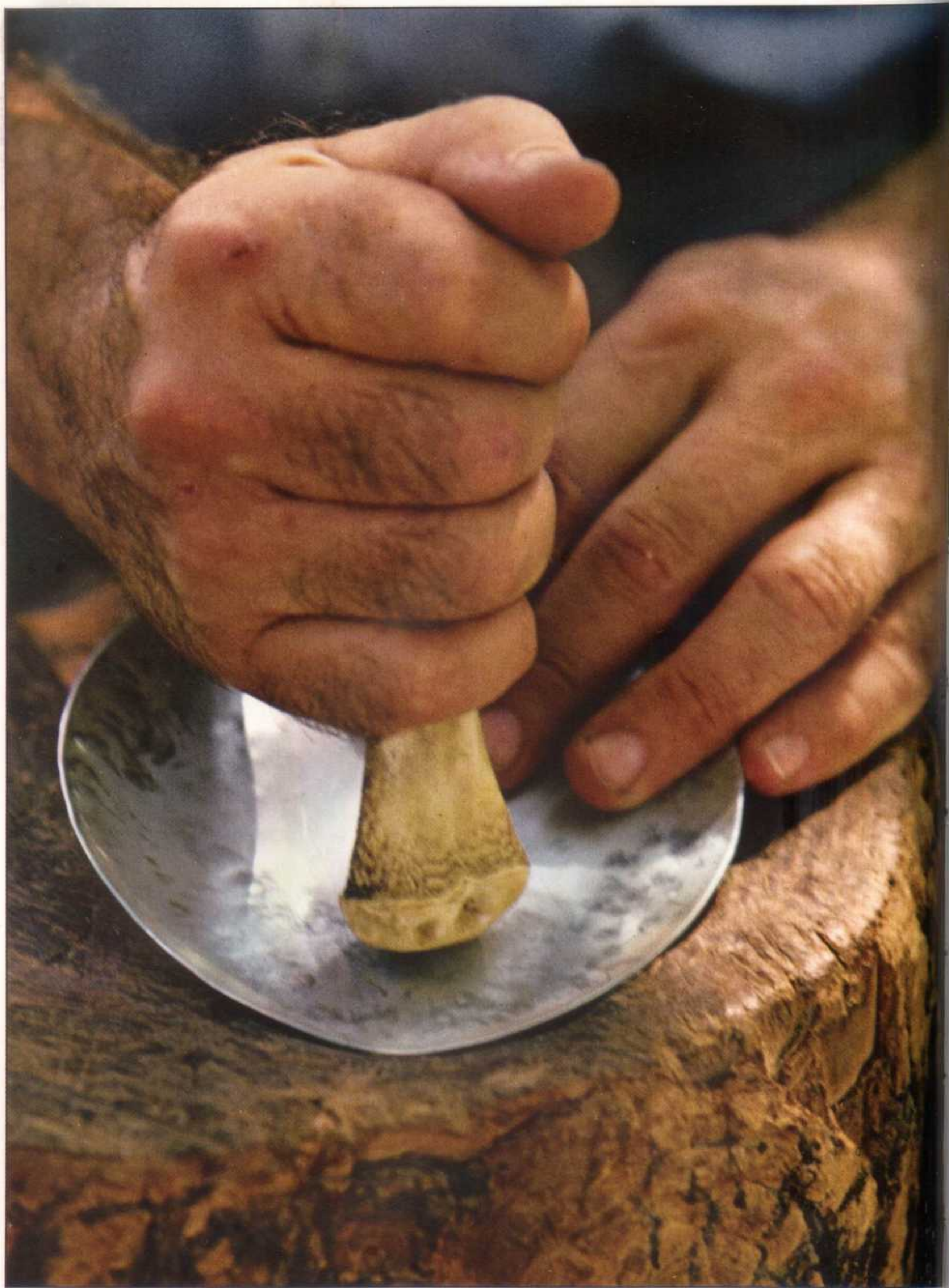
## Fabricación de un cuenco de plata

Una sencilla pieza de metal plana puede ser transformada en un recipiente de cualquier forma gracias a una técnica llamada "de elevación". Inventado en Sumer hacia el 3000 a. de J.C., este método permite obtener objetos agradables a la vista y al tacto, y a la vez resistentes y ligeros.

Construir un cuenco requiere pocos utensilios: un bloque de madera, un martillo, una piedra y un yunque. Para la demostración de la derecha, realizada por el orfebre Matzdorf, son suficientes un tronco de árbol, una tibia de oveja, varias piedras y el extremo de una estaca, útiles de los que disponía un antiguo artífice.

El material de base es un disco de plata desprovisto de todo adorno. En tiempos prehistóricos el disco pudo obtenerse licuando la plata y fundiéndola en forma de lingote plano —quizás entre dos lajas de piedra o de arcilla cocida—, siendo martillado después hasta alcanzar la forma deseada.

*Este cuenco de oro en forma de huevo de avestruz, que data del 2500 antes de nuestra era y fue encontrado en una tumba sumeria, es un ejemplo de un objeto tridimensional construido a partir de un disco plano. De 12,8 cm de altura, está decorado con un ajedrezado de lapislázuli, de caliza roja y de concha, y presenta además una hilera de trozos de concha.*



1. Para modelar el cuenco, Matzdorf mantiene el disco de plata en ángulo sobre el extremo ligeramente cóncavo de un tronco; luego, con el extremo pulimentado de una tibia de oveja, martillea el disco hasta darle la forma de una salsera poco profunda.





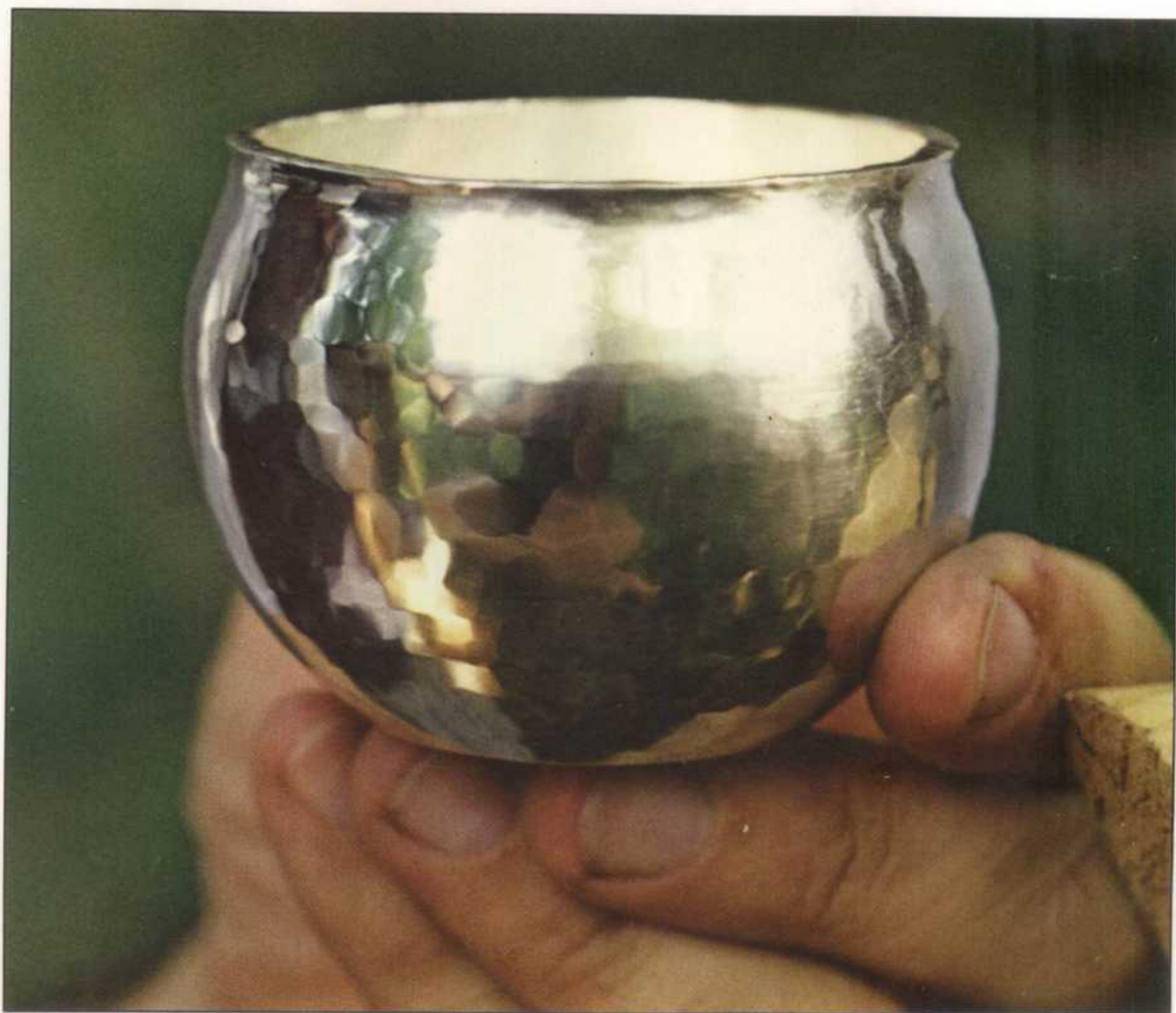
2. Para aplanar el fondo del cuenco, Matzdorf coloca la salsera contra el extremo plano de una fuerte estaca de madera. Martillando en todo su contorno, consigue formar un ángulo.



3. Matzdorf forma otro ángulo en las paredes del cuenco haciéndolas rectas y verticales. Entonces procede ya a martillar un tercer ángulo que curvará la parte superior del cuenco hacia dentro.



4. Después de redondear los ángulos con su martillo, Matzdorf frota la superficie externa del cuenco con una piedra fina y blanda, llamada piedra de Escocia. Así, queda liso.



5. El pulimentado final con una ágata dura y lisa da al cuenco un brillo incomparable. El martillado ha dejado gran cantidad de pequeños planos que reflejan la luz, característica de los bellos objetos realizados manualmente.



## Repujado: Un modo de esculpir el metal

Un experto en la técnica del repujado es en realidad un escultor. Hundiendo la parte de atrás de una hoja de cualquier metal y trabajándola por la parte frontal, puede crear una escena provista de la animación y el tacto de un relieve tallado en piedra o fundido en bronce.

El repujado es una técnica tan antigua como el mismo trabajo de los metales. Los artífices del Próximo Oriente halagaron a sus amos con elaborados recipientes de oro y plata repujados; también repujaron dibujos en las armaduras e incluso hicieron retratos bastante realistas. Esta técnica se presta también a modelar objetos de gran tamaño, como la placa mural de bronce que está confeccionando el orfebre Kurt Matzdorf en la demostración que se muestra en estas páginas.

*Estos fantasmagóricos toros alados representados en una copa de oro realizada hace unos 3.000 años en Irán es una muestra de la perfección obtenida por el repujado. Las figuras modeladas poseen un relieve de 5 mm.*

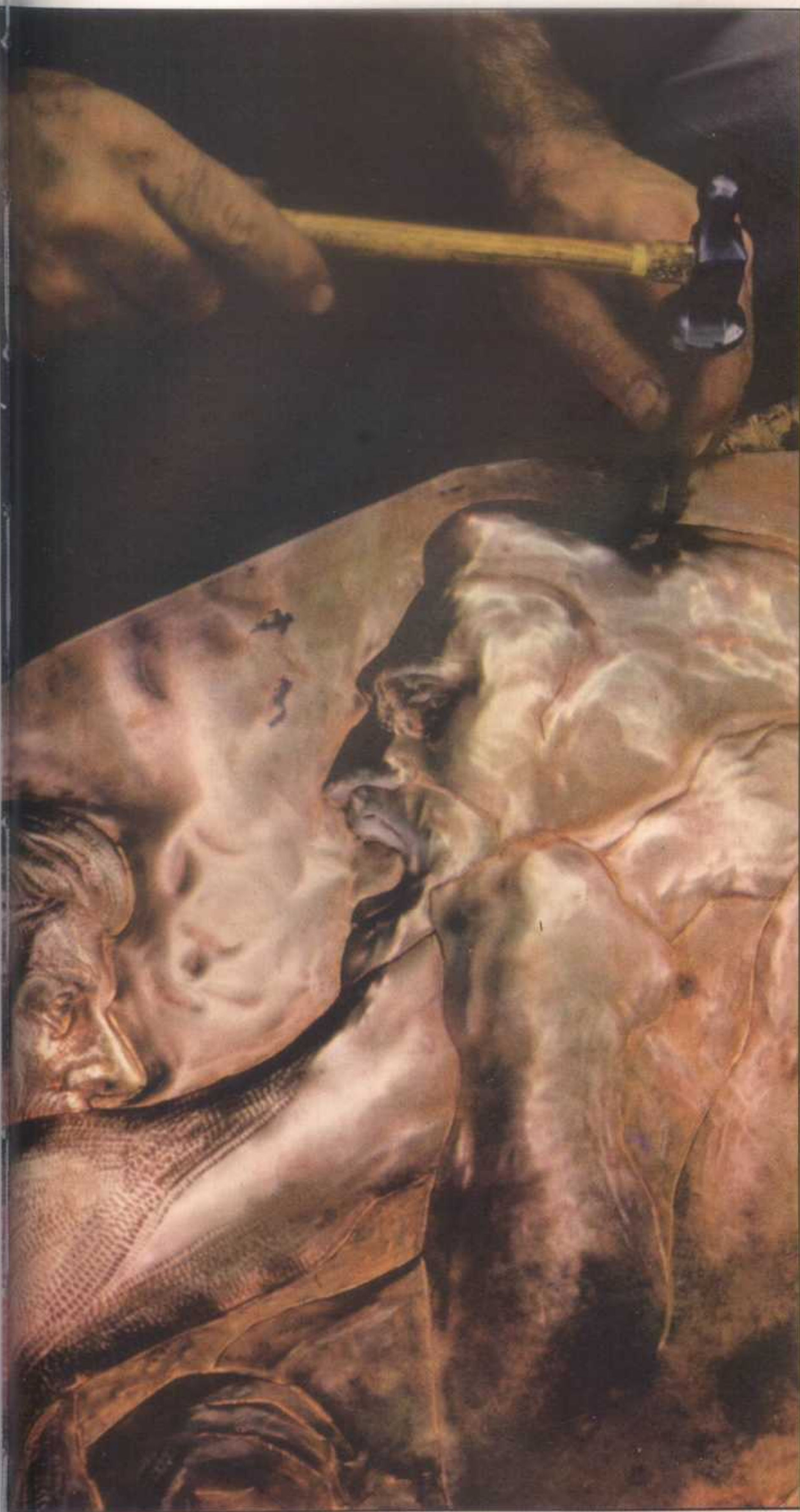


1. Después de calentar la hoja de bronce para ablandarlo y colocarla boca abajo sobre sacos de arena, Matzdorf se sirve de un martillo de cabeza metálica redondeada para rebajar las principales formas de la escena que ha dibujado en el metal.



2. Antes de perfeccionar el relieve, Matzdorf llena las depresiones con un compuesto blando llamado pez, una mezcla de resina, yeso y trementina. Los antiguos artífices utilizaban betún, un tipo de asfalto mineral.





3. El modelado de precisión se realiza mediante martilleo en la parte frontal de la placa; la pez acumulada en las depresiones de la parte dorsal de la hoja protege las grandes zonas elevadas de la presión de los golpes de martillo.



4. Para dar a la figura un sombreado y un toque tan realistas como una abundante barba y bigote, Matzdorf cincela los detalles en la superficie frontal del relieve sirviéndose de un martillo y diferentes punzones de metal.



## El arte de la fundición a la cera perdida

El vertido de metal líquido en moldes de piedra o arcilla es un sistema perfectamente adecuado para realizar objetos funcionales cuyo aspecto estético no importa. Pero para crear piezas cuya belleza depende de la complejidad y de los detalles, los artífices de regiones tan alejadas como Asia y América utilizaron la técnica de la cera perdida, denominada así por la cera que se licua o se "pierde" en el molde de fundición.

Ciertamente, la técnica de la cera perdida es un complicado método de fundición. Pero, como lo prueba el encantador ciervo exhumado en Turquía de 4.000 años de antigüedad (*abajo*) y un moderno broche hecho por Kurt Matzdorf (*derecha*), este método proporciona resultados que bien valen cualquier dificultad.

*Este ciervo de bronce, encontrado en las tumbas reales de Alaça Hüyük, parece estar en equilibrio sobre un palo bifurcado; en realidad, las ramas son conductos a través de los que pasaba el metal fundido. En vez de cortarlas, el artista conservó los conductos de bronce y las insertó en el motivo.*

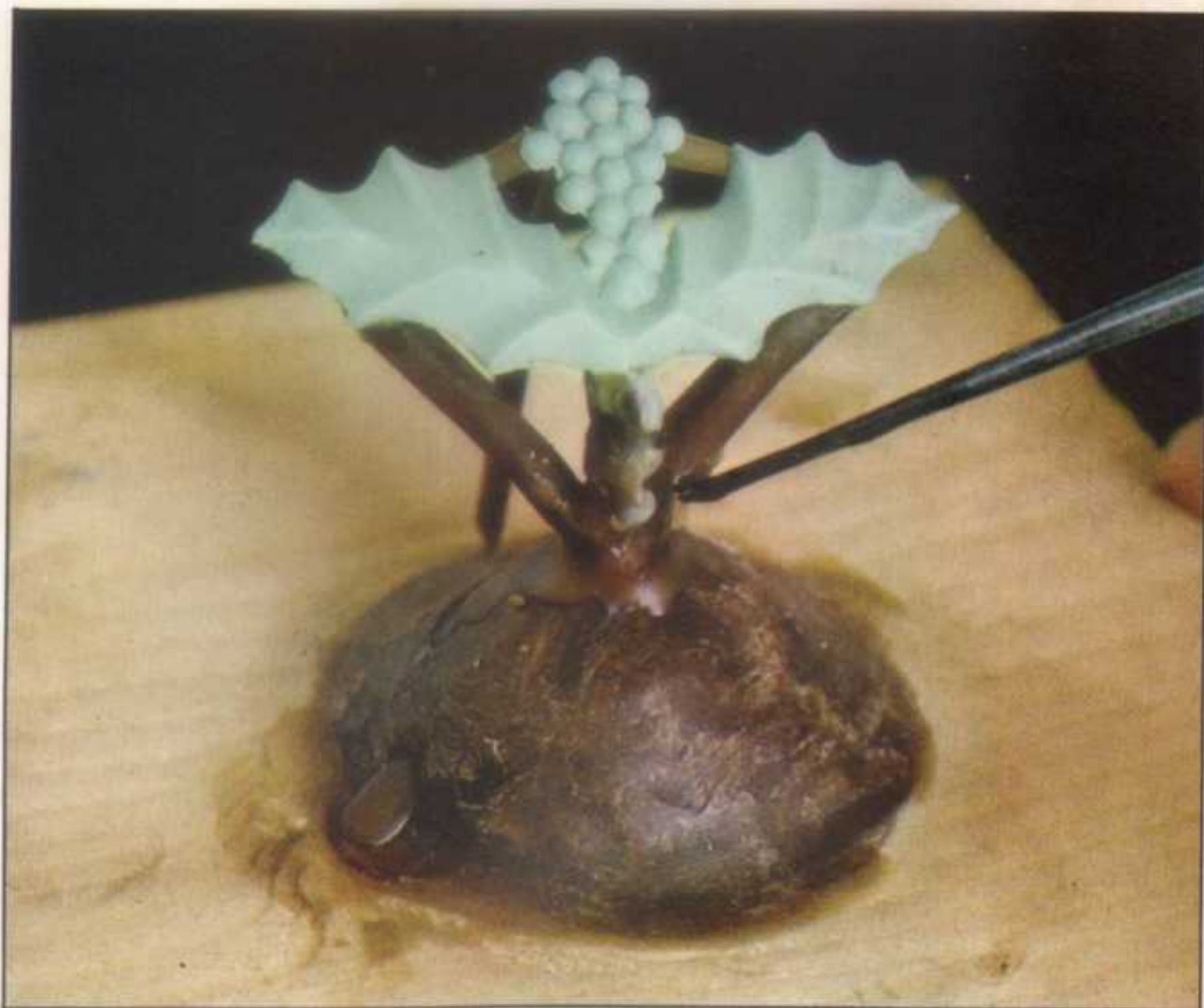


1. Para hacer un broche, el orfebre Matzdorf comienza el proceso de la cera perdida haciendo un modelo de una hoja de acebo y bayas con cera blanda. Mientras la cera está todavía caliente y blanda, pule la superficie del modelo con el extremo de un palo redondeado. El modelo servirá de "alma" para un molde de escayola.



4. El orfebre da la vuelta al molde y lo coloca sobre un pedazo de asbesto y, con un crisol sujetado por tenazas, vierte la plata fundida en el cono formado por la base del modelo. El metal líquido se introduce a través del cono en los bebederos y después en la cavidad dejada por el modelo de cera.





2. El modelo se reviste con un sistema de tubos que serán los conductos a través de los cuales podrá penetrar el metal y escaparán los gases. Estos conductos—los largos se llaman bebederos, y los cortos, pasos de aire—son de cera oscura; no están pulimentados ya que no formarán parte de la pieza acabada. La base del modelo descansa sobre una plancha.



3. Alrededor del modelo de cera se coloca un cilindro de metal abierto y se llena de escayola para formar el molde. Se deja endurecer el molde y después se cuece en un horno a una temperatura de  $537^{\circ}\text{C}$ . La cera del interior se pierde, pues parte se evacua y el resto se quema dejando una cavidad de la forma del modelo.



5. Después que la plata se ha enfriado y solidificado, el molde se introduce en agua, con lo que se disuelve la escayola. El producto obtenido es un objeto de plata de tosca apariencia formado por el broche unido todavía al sistema de bebederos y respiraderos. Estos conductos se cortan y se pulimenta la superficie rugosa del broche.



6. El broche acabado, reluciente hasta en sus pequeñas y profundas hendiduras, brilla en la mano de su creador. Su lustre procede de haberlo sometido a un baño en una solución ácida que extrae las impurezas de la superficie dejadas por el molde y también es el resultado de varias horas de un meticuloso pulido con una ágata dura.

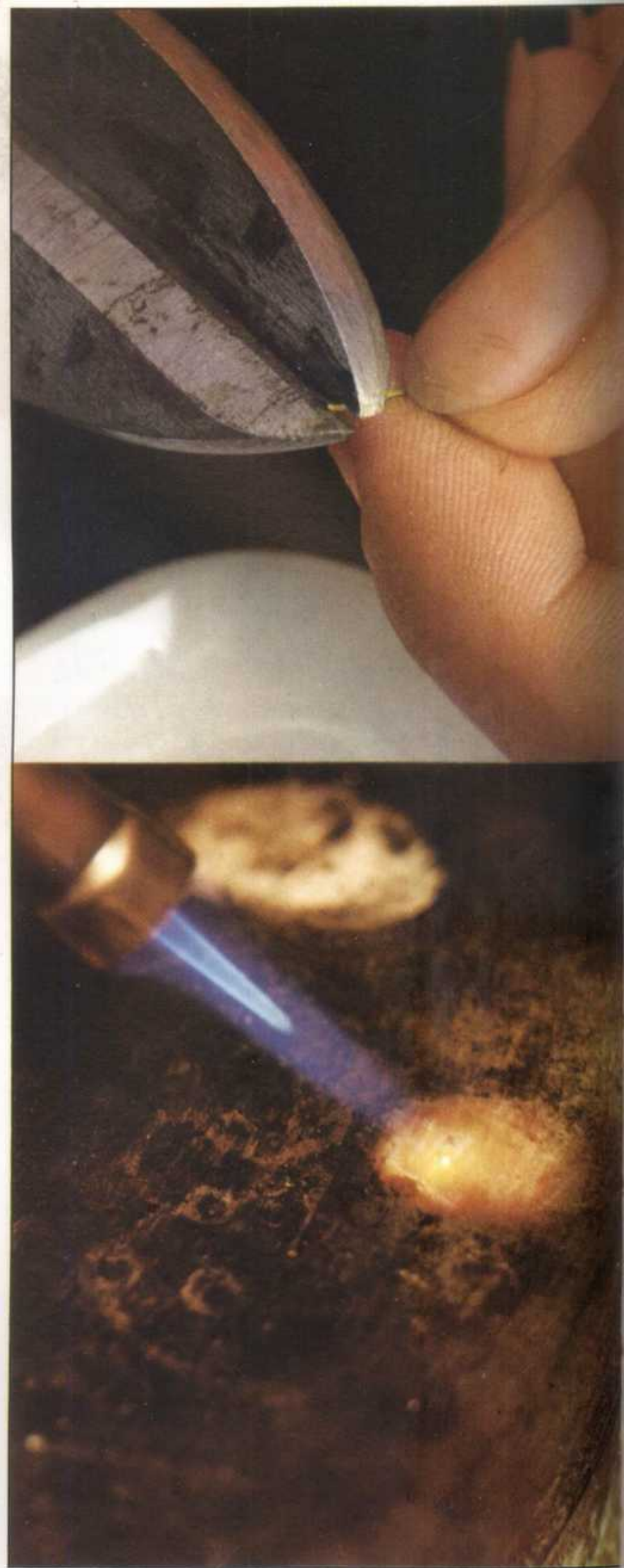


## Granulado: Fijación de diminutas esferas de oro

Cuando el rey egipcio Tutankhamón murió, hace unos 3.000 años, fue enterrado con los objetos más hermosos de la región. No hay modo de calcular el número de artistas y artesanos que se afanaron en su tesoro funerario, pero uno de ellos fue un gran maestro en la técnica de trabajar el metal que actualmente lleva el poco romántico nombre de granulado. Realizó, por ejemplo, dos puñales cuyos pomos adornó con diamantes y motivos en zigzag (*derecha*) hechos de diminutas esferas, o gránulos, de oro poco mayores que semillas de adormidera.

Sólo unos pocos artesanos tienen actualmente la habilidad y la paciencia de realizar un trabajo de granulado, una técnica perdida durante siglos y redescubierta hacia el 1920. Uno de ellos, Cornelia Roethel, una orfebre que vive y trabaja en la ciudad de Nueva York, muestra sus propios métodos, experimentados y perfeccionados desde joven. No se puede garantizar el parecido entre el método de Roethel y el de los artífices egipcios. Algunos de sus útiles y materiales son modernos, pero los esenciales son antiguos; sus resultados rivalizan en su propio estilo sencillo con los de los maestros egipcios durante tanto tiempo olvidados.

*Adornando el pomo de uno de los puñales del faraón Tutankhamón, los complicados dibujos geométricos de oro granulado deslucen casi las franjas decorativas de esmalte azul y rojo.*

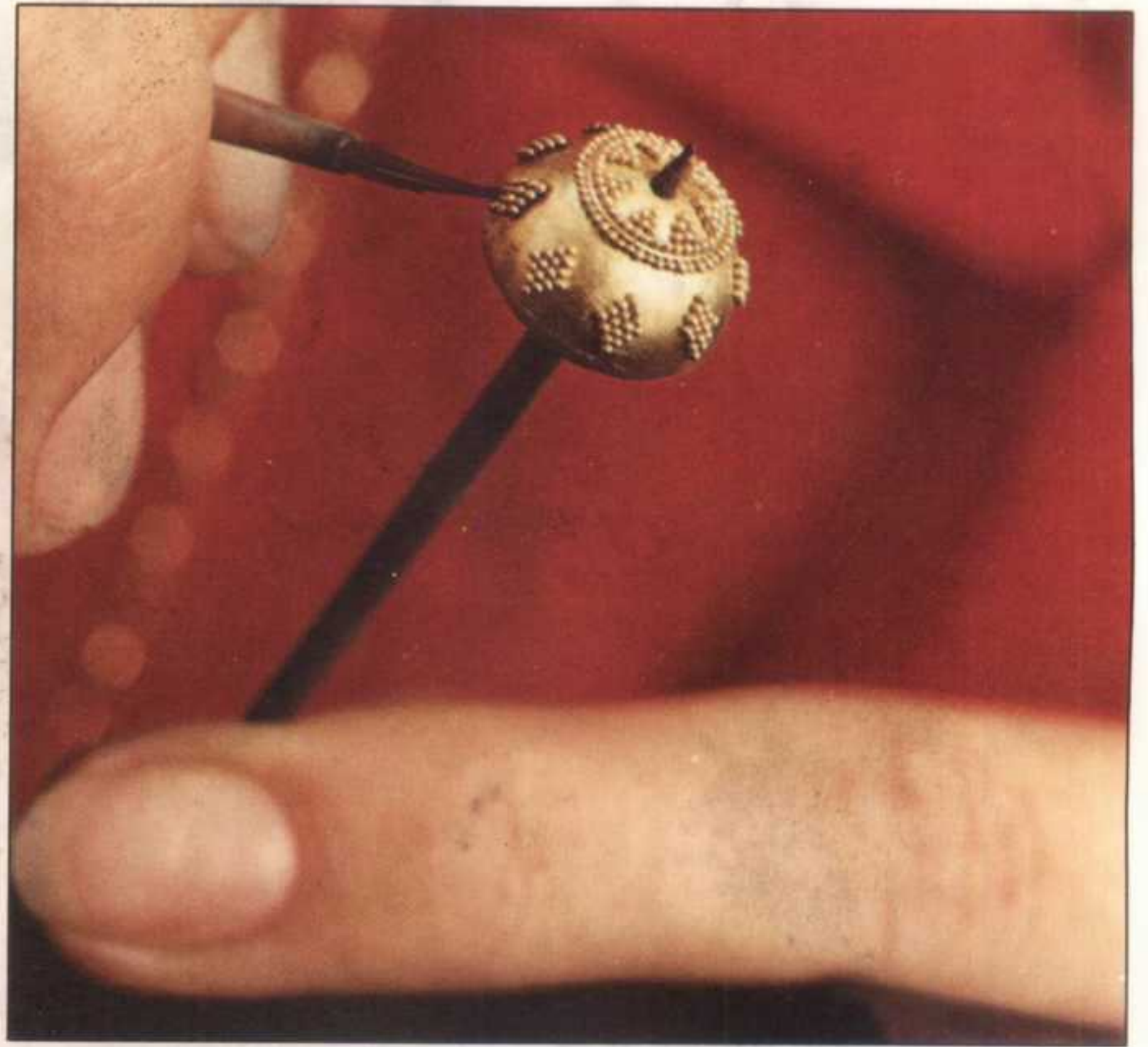


1. Partiendo de un hilo de oro muy fino, Roethel corta piezas de una longitud de 1,25 mm y las deja caer sobre un pedazo de carbón (arriba). El intenso calor producido por un soplete hace que los pequeños trozos de oro se conviertan en perfectas esferas.





2. Con un pincel y un producto químico, el orfebre pinta un motivo sobre una semiesfera de oro mantenida sobre una espiga de acero.



3. Una por una va colocando las pequeñas bolitas sobre el zarcillo; de vez en cuando las calienta, fijándolas parcialmente en su lugar.

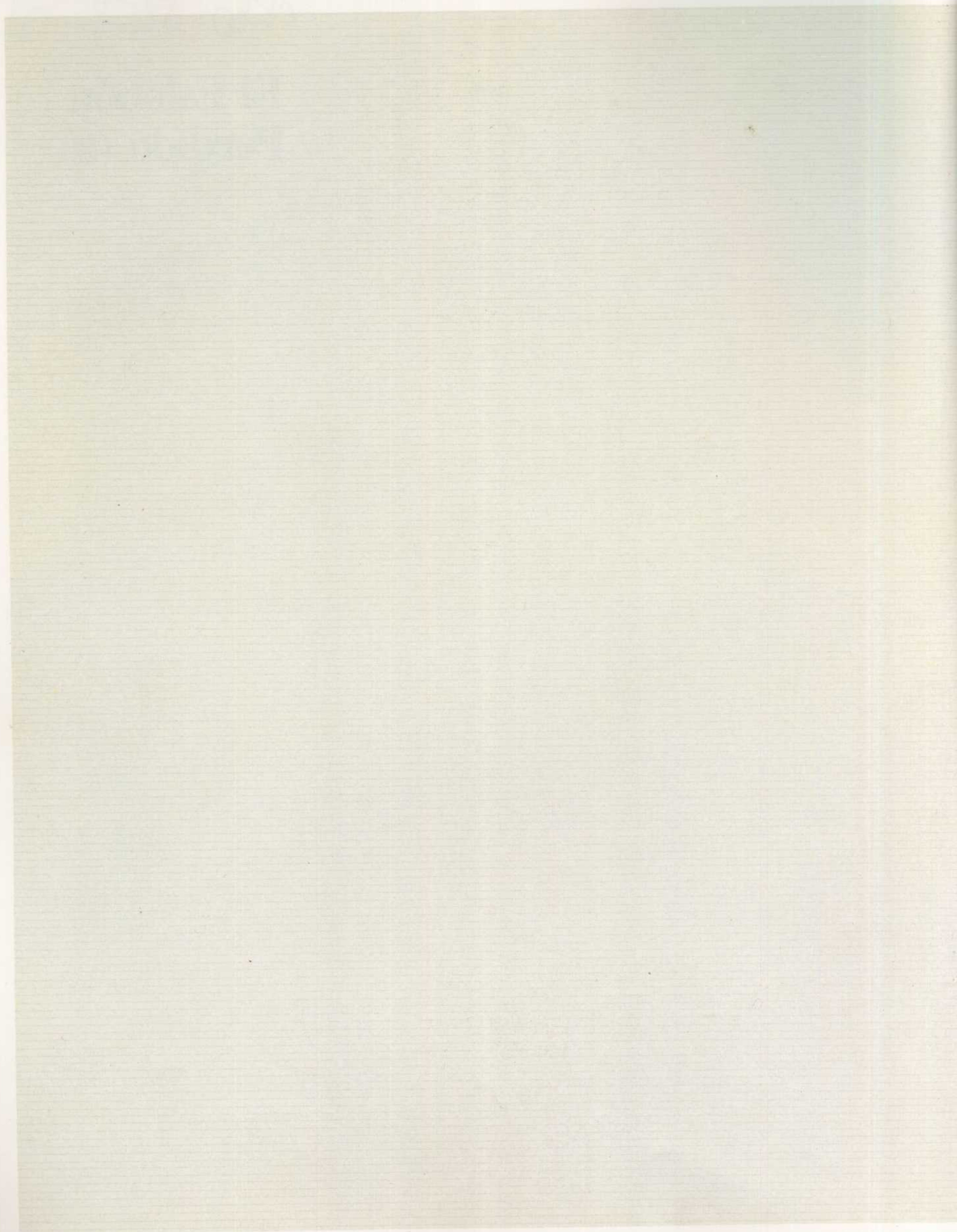
4. Cuando todos los gránulos de oro están en su sitio—después de varios calentamientos más y la aplicación de una nueva capa con otro producto químico más fuerte— se somete el zarcillo a una llama de soplete a  $650^{\circ}\text{C}$ . Al contacto del zarcillo y los gránulos, el oro se funde y se suelda.



5. Una vez el zarcillo ya enfriado y bañado en una solución que limpia cualquier impureza de su superficie, la orfebre lo inspecciona para asegurarse de que cada gránulo está unido a la semiesfera y a sus vecinos por un nexo de oro casi invisible.









# ORIGENES DEL HOMBRE

---

## Títulos publicados

- 1 El Eslabón Perdido (I)
- 2 El Eslabón Perdido (II)
- 3 La Vida antes del Hombre (I)
- 4 La Vida antes del Hombre (II)
- 5 El Primer Hombre (I)
- 6 El Primer Hombre (II)
- 7 El Hombre de Neanderthal (I)
- 8 El Hombre de Neanderthal (II)
- 9 El Hombre de Cro-Magnon (I)
- 10 El Hombre de Cro-Magnon (II)
- 11 Los primeros Americanos (I)
- 12 Los primeros Americanos (II)
- 13 El Neolítico (I)
- 14 El Neolítico (II)
- 15 Los Constructores de Megalitos (I)
- 16 Los Constructores de Megalitos (II)
- 17 El Descubrimiento de los Metales (I)

## Próximo volumen

- 18 El Descubrimiento de los Metales (II)
-











ORIGENES DEL HOMBRE



El descubrimiento de los metales (I)

TIME  
LIFE

folio